



(57) 要約:

電気負荷装置（１００）は、直流電源（Ｂ）と、電圧センサー（１０，２０）と、システムリレー（ＳＲ１，ＳＲ２）と、コンデンサ（１１，１３）と、ＤＣ／ＤＣコンバータ（１２）と、インバータ（１４）と、電流センサー（２４）と、回転センサー（２５）と、制御装置（３０）と、交流モータ（Ｍ１）とを備える。制御装置（３０）は、交流モータ（Ｍ１）における消費パワーの増加量がコンデンサ（１３）からインバータ（１４）へ供給可能な許容パワーを超えたとき、交流モータ（Ｍ１）における消費パワーの増加量を電気負荷装置（１００）の駆動を継続可能な範囲に制限する。

明細書

電気負荷装置、電気負荷制御方法および電気負荷の制御をコンピュータに実行
させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体

5

技術分野

この発明は、エネルギー的に破綻しない電気負荷装置、エネルギー的に破綻し
ない電気負荷制御方法およびエネルギー的に破綻しない電気負荷の制御をコン
ピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記
録媒体に関する。

10

背景技術

最近、環境に配慮した自動車としてハイブリッド自動車 (Hybrid Vehicle) お
よび電気自動車 (Electric Vehicle) が大きな注目を集めている。そして、ハイ
ブリッド自動車は、一部、実用化されている。

15

このハイブリッド自動車は、従来のエンジンに加え、直流電源とインバータと
インバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。つまり、
エンジンを駆動することにより動力源を得るとともに、直流電源からの直流電圧
をインバータによって交流電圧に変換し、その変換した交流電圧によりモータを
回転することによって動力源を得るものである。また、電気自動車は、直流電源
とインバータとインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車で
ある。

20

このようなハイブリッド自動車または電気自動車においては、直流電源からの
直流電圧をDC/DCコンバータによって昇圧し、その昇圧した直流電圧がモー
タを駆動するインバータに供給されるようにすることも検討されている (特開平
8-214592号公報参照)。

25

すなわち、ハイブリッド自動車または電気自動車は、図19に示すモータ駆動
装置を搭載している。図19を参照して、モータ駆動装置300は、直流電源B
と、システムリレーSR1, SR2と、コンデンサ308, 322と、双方向コ

ンバータ 310 と、電圧センサー 320 と、インバータ 330 とを備える。

直流電源 B は、直流電圧を出力する。システムリレー SR1, SR2 は、制御装置（図示せず）によってオンされると、直流電源 B から直流電圧をコンデンサ 308 に供給する。コンデンサ 308 は、直流電源 B からシステムリレー SR1, SR2 を介して供給された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧を
5 双方向コンバータ 310 へ供給する。

双方向コンバータ 310 は、リアクトル 311 と、NPN トランジスタ 312, 313 と、ダイオード 314, 315 とを含む。リアクトル 311 の一方端は直流電源 B の電源ラインに接続され、他方端は NPN トランジスタ 312 と NPN トランジスタ 313 との中間点、すなわち、NPN トランジスタ 312 のエミッタと NPN トランジスタ 313 のコレクタとの間に接続される。NPN トランジスタ 312, 313 は、電源ラインとアースラインとの間に直列に接続される。
10 そして、NPN トランジスタ 312 のコレクタは電源ラインに接続され、NPN トランジスタ 313 のエミッタはアースラインに接続される。また、各 NPN トランジスタ 312, 313 のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオード 314, 315 が接続されている。

双方向コンバータ 310 は、制御装置（図示せず）によって NPN トランジスタ 312, 313 がオン／オフされ、コンデンサ 308 から供給された直流電圧を昇圧して出力電圧をコンデンサ 322 に供給する。また、双方向コンバータ 3
15 10 は、モータ駆動装置 300 が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、交流モータ M1 によって発電され、インバータ 330 によって変換された直流電圧を降圧してコンデンサ 308 へ供給する。

コンデンサ 322 は、双方向コンバータ 310 から供給された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ 330 へ供給する。電圧センサー 3
20 20 は、コンデンサ 322 の出力電圧 V_m を検出する。

インバータ 330 は、コンデンサ 322 から直流電圧が供給されると制御装置（図示せず）からの制御に基づいて直流電圧を交流電圧に変換して交流モータ M1 を駆動する。これにより、交流モータ M1 は、トルク指令値によって指定されたトルクを発生するように駆動される。また、インバータ 330 は、交流モータ

M1が発電した交流電圧を制御装置からの制御に基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ322を介して双方向コンバータ310へ供給する。

また、ハイブリッド自動車は、図20に示すモータ駆動装置400を搭載する。
5 図20を参照して、モータ駆動装置400は、モータ駆動装置300にインバータ340を追加したものであり、その他は、モータ駆動装置300と同じである。

インバータ340は、コンデンサ322からの直流電圧を制御装置（図示せず）からの制御に基づいて交流電圧に変換し、その変換した交流電圧によって交流モータM2を駆動する。これにより、交流モータM2は、トルク指令値によって
10 指定されたトルクを発生するように駆動される。また、インバータ340は、交流モータM2が発電した交流電圧を制御装置からの制御に基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ322を介して双方向コンバータ310へ供給する。

しかし、モータ駆動装置300、400において、図21Aおよび図21Bに
15 示すように、時刻 t_0 において、交流モータM1に持ち出されるパワーPが急激に増加すると、それに伴いコンデンサ322の蓄電電圧 V_m が低下する。

このときのDC/DCコンバータ310の応答時定数を t_f とすると、 t_f の間にパワーPが急激に持ち出されると、 $V_m < V_b$ （バッテリー電圧）となる。その結果、DC/DCコンバータ310のダイオード314を介して直流電源B側
20 からDC/DCコンバータ310の出力側へ無制限に電流が流れ、どのようにデューティ比を選択しても、DC/DCコンバータ310は、直流電源Bからの直流電圧を昇圧できないという問題が生じる。

すなわち、DC/DCコンバータ310に内蔵されるリアクトル311の影響により、交流モータM1からのパワーが急変すると、DC/DCコンバータ31
25 0は、コンデンサ322からのエネルギーの持ち出しに応答できず、コンデンサ322の出力電圧 V_m が低下する。これにより、低下したコンデンサ322の出力電圧 V_m を回復させるために直流電源Bから過電流が発生し、その状態が継続することでチョップの素子へのダメージが予想される。

また、コンデンサ322の出力電圧が低下することにより突入電流が大きくな

り、直流電源Bから大電流が持ち出されることにより、直流電源Bへのダメージが大きくなっていた。

さらに、モータ駆動装置400においては、次のような問題があった。交流モータM1がコンデンサ322に蓄積された電力を消費し、交流モータM2が発電している場合に、交流モータM1がコンデンサ322に蓄積された電力の消費を停止すると、インバータ340からコンデンサ322に戻される直流電力が急激に増加し、双方向コンバータ310に印加される電圧が急激に増加する。そうすると、双方向コンバータ310は、電圧の急激な増加に追従できず、過電圧が印加される。その結果、モータ駆動装置400が正しく動作できない可能性が生じるという問題があった。

発明の開示

それゆえに、この発明の目的は、電気負荷におけるパワーが変化しても、エネルギー的に破綻しない電気負荷装置を提供することである。

また、この発明の別の目的は、電気負荷におけるパワーが変化しても、エネルギー的に破綻しない電気負荷制御方法を提供することである。

さらに、この発明の別の目的は、電気負荷におけるパワーが変化しても、エネルギー的に破綻しない電気負荷の制御をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体を提供することである。

この発明によれば、電気負荷装置は、電圧変換器と、電気負荷と、制御回路とを備える。電圧変換器は、直流電源から出力される第1の直流電圧と、第1の直流電圧の電圧レベルと異なる電圧レベルを有する第2の直流電圧との間で電圧変換を行なう。電気負荷は、電圧変換器から出力された第2の直流電圧に基づいて駆動される。制御回路は、電気負荷におけるパワーの変化量が限界値を超えたとき、電気負荷の駆動動作を維持可能な範囲にパワーの変化量を制御する。そして、限界値は、電気負荷の駆動動作を維持可能なパワーの変化量の最大値である。

好ましくは、電気負荷におけるパワーは、電気負荷における消費パワーであり、制御回路は、消費パワーの増加量が電気負荷に供給可能な許容パワーを超えたとき、消費パワーの増加量が許容パワー以下になるように制御する。

好ましくは、制御回路は、消費パワーを制限する。

好ましくは、制御回路は、第 2 の直流電圧の電圧指令値を低下して電圧変換器を制御する。

5 好ましくは、電圧変換器は、上アームおよび下アーム用の第 1 および第 2 のスイッチング素子と、第 1 および第 2 のスイッチング素子にそれぞれ設けられる第 1 および第 2 のフライホイールダイオードとを含む。

好ましくは、制御回路は、許容パワーを増加させ、消費パワーが許容パワー以下になるように制御する。

10 好ましくは、制御回路は、第 2 の直流電圧の電圧指令値を上昇して電圧変換器を制御する。

好ましくは、電気負荷は、車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するモータと、制御回路からの制御に従って第 2 の直流電圧を交流電圧に変換してモータを駆動するインバータとを含む。

15 好ましくは、電気負荷装置は、電圧変換器と電気負荷との間に設けられ、直流電力を蓄積する容量素子をさらに備える。そして、電気負荷は、車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生する第 1 のモータと、制御回路からの制御に従って容量素子から供給された第 2 の直流電圧を交流電圧に変換して第 1 のモータを駆動する第 1 のインバータと、車両のエンジンからの動力により発電する第 2 のモータと、第 1 のインバータと並列に接続され、制御回路からの制御に従って第 20 2 のモータが発電した交流電力を直流電力に変換して容量素子に供給する第 2 のインバータとを含む。

好ましくは、電気負荷装置は、電気負荷に並列に接続された発電機をさらに備える。そして、制御回路は、発電電力が上昇するように発電機を制御する。

25 好ましくは、電気負荷は、車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するモータと、制御回路からの制御に従って第 2 の直流電圧を交流電圧に変換してモータを駆動するインバータとを含む。そして、発電機は、車両のエンジンからの動力により発電する。

好ましくは、電気負荷におけるパワーは、電気負荷（における発電パワーであり、制御回路は、電気負荷から電圧変換器へ供給される発電パワーの増加量が電

圧変換器の応答最大値を超えたとき、発電パワーの増加量が応答最大値以下になるように制御する。

好ましくは、制御回路は、第2の直流電圧の電圧レベルが低下するように電圧変換器を制御する。

- 5 好ましくは、電圧変換器は、上アームおよび下アーム用の第1および第2のスイッチング素子を含み、制御回路は、第1のスイッチング素子のオン時間を長くして電圧変換器を駆動する。

- 10 好ましくは、電気負荷におけるパワーは、電気負荷における消費パワーおよび電気負荷における発電パワーである。制御回路は、消費パワーの増加量が電気負荷に供給可能な許容パワーを超えたとき、消費パワーの増加量が許容パワー以下になるように制御する。また、制御回路は、電気負荷から電圧変換器へ供給される発電パワーの増加量が電圧変換器の応答最大値を超えたとき、発電パワーの増加量が応答最大値以下になるように制御する。

- 15 また、この発明によれば、電気負荷制御方法は、電気負荷におけるパワーの変化量を検出する第1のステップと、検出されたパワーの変化量が、限界値を超えるか否かを判定する第2のステップと、パワーの変化量が限界値を超えたとき、電気負荷の駆動動作を維持可能な範囲にパワーの変化量を制御する第3のステップとを含む。そして、限界値は、電気負荷の駆動動作を維持可能なパワーの変化量の最大値である。

- 20 さらに、この発明によれば、コンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体は、電気負荷におけるパワーの変化量を検出する第1のステップと、検出されたパワーの変化量が限界値を超えるか否かを判定する第2のステップと、パワーの変化量が限界値を超えたとき、電気負荷の駆動動作を維持可能な範囲にパワーの変化量を制御する第3のステップとを
25 コンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体である。そして、限界値は、電気負荷の駆動動作を維持可能なパワーの変化量の最大値である。

好ましくは、第1のステップは、電気負荷における消費パワーの増加量を検出する。また、第2のステップは、消費パワーの増加量が電気負荷に供給可能な許

容パワーを超えるか否かを判定する。さらに、第3のステップは、消費パワーの増加量が許容パワーを超えたとき、消費パワーの変化量を許容パワー以下に制御する。

好ましくは、第3のステップは、消費パワーを制限する。

- 5 好ましくは、第3のステップは、直流電源から出力される第1の直流電圧を変換した第2の直流電圧の電圧レベルが上昇するように、第1の直流電圧を第2の直流電圧に変換する電圧変換器を制御する。

好ましくは、第3のステップは、電気負荷に並列に接続された発電機の発電電力が上昇するように発電機を制御する。

- 10 好ましくは、第1のステップは、電気負荷からの第1の直流電圧を前記第1の直流電圧の電圧レベルと異なる電圧レベルを有する第2の直流電圧に変換する電圧変換器へ供給される電気負荷における発電パワーの増加量を検出する。また、第2のステップは、検出された発電パワーの増加量が電圧変換器の応答最大値を超えるか否かを判定する。さらに、第3のステップは、発電パワーの増加量が電圧変換器の応答最大値を超えたとき、発電パワーの増加量が応答最大値以下になるように電圧変換器を制御する。

好ましくは、第3のステップは、第1の直流電圧の電圧レベルが低下するように電圧変換器を制御する。

- 20 好ましくは、第1のステップは、電気負荷における消費パワーの増加量を検出する第1のサブステップと、電気負荷からの第1の直流電圧を第1の直流電圧の電圧レベルと異なる電圧レベルを有する第2の直流電圧に変換する電圧変換器へ供給される電気負荷における発電パワーの増加量を検出する第2のサブステップとを含む。また、第2のステップは、消費パワーの増加量が電気負荷に供給可能な許容パワーを超えるか否かを判定する第3のサブステップと、検出された発電パワーの増加量が電圧変換器の応答最大値を超えるか否かを判定する第4のサブステップとを含む。さらに、第3のステップは、消費パワーの増加量が許容パワーを超えたとき、消費パワーの変化量を許容パワー以下に制御する第5のサブステップと、発電パワーの増加量が電圧変換器の応答最大値を超えたとき、発電パワーの増加量が応答最大値以下になるように電圧変換器を制御する第6のステッ

プとを含む。

図面の簡単な説明

図 1 は、実施の形態 1 による電気負荷装置の回路図およびブロック図である。

5 図 2 は、図 1 に示す制御装置のブロック図である。

図 3 は、図 2 に示すモータトルク制御手段のブロック図である。

図 4 は、実施の形態 1 による消費パワーの増加量を制御する動作を説明するためのフローチャートである。

10 図 5 A、図 5 B および図 5 C は、電気負荷における消費パワーが急激に変化した場合の電圧およびパワーの状態を示す図である。

図 6 は、実施の形態 2 による電気負荷装置の回路図およびブロック図である。

図 7 は、図 6 に示す制御装置のブロック図である。

図 8 は、図 7 に示すモータトルク制御手段のブロック図である。

15 図 9 は、実施の形態 2 による消費パワーの増加量を制御する動作を説明するためのフローチャートである。

図 10 は、実施の形態 3 による電気負荷装置の回路図およびブロック図である。

図 11 は、図 10 に示す制御装置のブロック図である。

図 12 は、図 11 に示すモータトルク制御手段のブロック図である。

20 図 13 は、実施の形態 3 による消費パワーの増加量を制御する動作を説明するためのフローチャートである。

図 14 は、実施の形態 4 による電気負荷装置の回路図およびブロック図である。

図 15 は、図 14 に示す制御装置のブロック図である。

図 16 は、図 15 に示すモータトルク制御手段のブロック図である。

25 図 17 は、実施の形態 4 による消費パワーの増加量を制御する動作を説明するためのフローチャートである。

図 18 は、実施の形態 5 による電気負荷装置の回路図およびブロック図である。

図 19 は、従来のモータ駆動装置の回路図およびブロック図である。

図 20 は、従来のモータ駆動装置の別の回路図およびブロック図である。

図 21 A および図 21 B は、電気負荷における消費パワーが急激に変化した場

合の電圧の状態を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

5 本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

〔実施の形態１〕

10 図１を参照して、この発明の実施の形態１による電気負荷装置１００は、直流電源Ｂと、電圧センサー１０、２０と、システムリレーＳＲ１、ＳＲ２と、コンデンサ１１、１３と、ＤＣ／ＤＣコンバータ１２と、インバータ１４と、電流センサー２４と、回転センサー２５と、制御装置３０と、交流モータＭ１とを備える。

15 交流モータＭ１は、たとえば、ハイブリッド自動車または電気自動車に搭載される。そして、交流モータＭ１は、ハイブリッド自動車または電気自動車の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するための駆動モータである。あるいは、このモータはエンジンにて駆動される発電機の機能を持つように、そして、エンジンに対して電動機として動作し、たとえば、エンジン始動を行ない得るようなものとしてハイブリッド自動車に組み込まれるようにしてもよい。

20 ＤＣ／ＤＣコンバータ１２は、リアクトルＬ１と、ＮＰＮトランジスタＱ１、Ｑ２と、ダイオードＤ１、Ｄ２とを含む。リアクトルＬ１の一方端は直流電源Ｂの電源ラインに接続され、他方端はＮＰＮトランジスタＱ１とＮＰＮトランジスタＱ２との中間点、すなわち、ＮＰＮトランジスタＱ１のエミッタとＮＰＮトランジスタＱ２のコレクタとの間に接続される。ＮＰＮトランジスタＱ１、Ｑ２は、電源ラインとアースラインとの間に直列に接続される。そして、ＮＰＮトランジスタＱ１のコレクタは電源ラインに接続され、ＮＰＮトランジスタＱ２のエミッタはアースラインに接続される。また、各ＮＰＮトランジスタＱ１、Ｑ２のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードＤ１、
25 Ｄ２が接続されている。

インバータ１４は、Ｕ相アーム１５と、Ｖ相アーム１６と、Ｗ相アーム１７とから成る。Ｕ相アーム１５、Ｖ相アーム１６、およびＷ相アーム１７は、電源ラ

インとアースラインとの間に並列に設けられる。

5 U相アーム15は、直列接続されたNPNトランジスタQ3、Q4から成り、
V相アーム16は、直列接続されたNPNトランジスタQ5、Q6から成り、W
相アーム17は、直列接続されたNPNトランジスタQ7、Q8から成る。また、
各NPNトランジスタQ3～Q8のコレクターエミッタ間には、エミッタ側から
コレクタ側へ電流を流すダイオードD3～D8がそれぞれ接続されている。

10 各相アームの中間点は、交流モータM1の各相コイルの各相端に接続されてい
る。すなわち、交流モータM1は、3相の永久磁石モータであり、U、V、W相
の3つのコイルの一端が中点に共通接続されて構成され、U相コイルの他端がN
PNトランジスタQ3、Q4の中間点に、V相コイルの他端がNPNトランジス
タQ5、Q6の中間点に、W相コイルの他端がNPNトランジスタQ7、Q8の
中間点にそれぞれ接続されている。

15 直流電源Bは、ニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池から成る。電
圧センサー10は、直流電源Bから出力される直流電圧Vb（「バッテリー電圧V
b」とも言う。）を検出し、その検出した直流電圧Vbを制御装置30へ出力す
る。システムリレーSR1、SR2は、制御装置30からの信号SEによりオン
／オフされる。より具体的には、システムリレーSR1、SR2は、H（論理ハ
イ）レベルの信号SEによりオンされ、L（論理ロー）レベルの信号SEにより
オフされる。

20 コンデンサ11は、直流電源Bから供給された直流電圧Vbを平滑化し、その
平滑化した直流電圧VbをDC／DCコンバータ12へ供給する。

DC／DCコンバータ12は、コンデンサ11から供給された直流電圧Vbを
昇圧してコンデンサ13へ供給する。より具体的には、DC／DCコンバータ1
2は、制御装置30から信号PWUを受けると、信号PWUによってNPNトラ
ンジスタQ2がオンされた期間に応じて直流電圧Vbを昇圧してコンデンサ13
25 に供給する。

また、DC／DCコンバータ12は、制御装置30から信号PWDを受けると、
コンデンサ13を介してインバータ14から供給された直流電圧を降圧して直流
電源Bを充電する。ただし、DC／DCコンバータ12は、昇圧機能のみを行な

うような回路構成に適用されてもよいことは言うまでもない。

コンデンサ 13 は、DC/DC コンバータ 12 からの直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ 14 へ供給する。電圧センサー 20 は、コンデンサ 13 の両端の電圧、すなわち、DC/DC コンバータ 12 の出力電圧 V_m (インバータ 14 への入力電圧に相当する。以下同じ。) を検出し、その検出した出力電圧 V_m を制御装置 30 へ出力する。

インバータ 14 は、コンデンサ 13 から直流電圧が供給されると制御装置 30 からの信号 PWM I に基づいて直流電圧を交流電圧に変換して交流モータ M1 を駆動する。これにより、交流モータ M1 は、トルク指令値によって指定されたトルクを発生するように駆動される。また、インバータ 14 は、電気負荷装置 10 が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、交流モータ M1 が発電した交流電圧を制御装置 30 からの信号 PWM C に基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ 13 を介して DC/DC コンバータ 12 へ供給する。なお、ここで言う回生制動とは、ハイブリッド自動車または電気自動車を運転するドライバーによるフットブレーキ操作があった場合の回生発電を伴う制動や、フットブレーキを操作しないものの、走行中にアクセルペダルをオフすることで回生発電をさせながら車両を減速（または加速の中止）させることを含む。

電流センサー 24 は、交流モータ M1 に流れるモータ電流 $MCR T$ を検出し、その検出したモータ電流 $MCR T$ を制御装置 30 へ出力する。図 1 においては、電流センサー 24 は、交流モータ M1 の U 相、V 相および W 相の全てに設けられているが、この発明においては、これに限らず、電流センサー 24 は、U 相、V 相および W 相のうちの少なくとも 2 つに設けられればよい。

回転センサー 25 は、交流モータ M1 のモータ回転数 $MR N$ を検出し、その検出したモータ回転数 $MR N$ を制御装置 30 へ出力する。

制御装置 30 は、外部に設けられた ECU (Electrical Control Unit) から入力されたトルク指令値 TRI 、電圧センサー 10 からの直流電圧 V_b 、電圧センサー 20 からの出力電圧 V_m 、電流センサー 24 からのモータ電流 $MCR T$ および回転センサー 25 からのモータ回転数 $MR N$ に基づいて、後述する方法により

DC/DCコンバータ12を駆動するための信号PWUとインバータ14を駆動するための信号PWMIとを生成し、その生成した信号PWUおよび信号PWMIをそれぞれDC/DCコンバータ12およびインバータ14へ出力する。

5 信号PWUは、DC/DCコンバータ12がコンデンサ11からの直流電圧Vbを出力電圧Vmに変換する場合にDC/DCコンバータ12を駆動するための信号である。そして、制御装置30は、DC/DCコンバータ12が直流電圧Vbを出力電圧Vmに変換する場合に、出力電圧Vmをフィードバック制御し、出力電圧Vmが指令された電圧指令VdcomになるようにDC/DCコンバータ12を駆動するための信号PWUを生成する。信号PWUの生成方法については後述する。

10 また、制御装置30は、ハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号を外部のECUから受けると、交流モータM1で発電された交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWMCを生成してインバータ14へ出力する。この場合、インバータ14のNPNトランジスタQ3～Q8は

15 信号PWMCによってスイッチング制御される。これにより、インバータ14は、交流モータM1で発電された交流電圧を直流電圧に変換してDC/DCコンバータ12へ供給する。

さらに、制御装置30は、ハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号を外部のECUから受けると、インバータ14から供給された直流電圧を降圧するための信号PWDを生成し、その生成した信号PWDをDC/DCコンバータ12へ出力する。これにより、交流モータM1が発電した交流電圧は、直流電圧に変換され、降圧されて直流電源Bに供給される。

20 さらに、制御装置30は、電圧センサー10からの直流電圧Vb、電圧センサー20からの出力電圧Vm、電流センサー24からのモータ電流MCRTおよび回転センサー25からのモータ回転数MRNに基づいて、交流モータM1の消費パワーの増加量が交流モータM1を駆動するためにコンデンサ13からインバータ14に供給可能な許容パワーを超えるか否かを判定する。そして、制御装置30は、消費パワーの増加量が許容パワーを超えると、後述する方法によって、交流モータM1における消費パワーの増加量を抑制するようにDC/DCコンバー

タ 1 2 を制御する。また、制御装置 3 0 は、消費パワーの増加量が許容パワーを超えないとき、DC/DCコンバータ 1 2 の制御をそのまま継続する。

さらに、制御装置 3 0 は、システムリレー SR 1, SR 2 をオン/オフするための信号 SE を生成してシステムリレー SR 1, SR 2 へ出力する。

5 図 2 は、制御装置 3 0 の機能ブロック図である。図 2 を参照して、制御装置 3 0 は、モータトルク制御手段 3 0 1 と、電圧変換制御手段 3 0 2 とを含む。モータトルク制御手段 3 0 1 は、トルク指令値 TRI (車両におけるアクセルペダルの踏み込み度合い、ハイブリッド車両においてはエンジンの動作状態をも考慮しながらモータに与えるべきトルク指令を演算して得られている)、直流電源 B から出力された直流電圧 Vb、モータ電流 MCRT、モータ回転数 MRN および DC/DCコンバータ 1 2 の出力電圧 Vm に基づいて、交流モータ M1 の駆動時、
10 後述する方法により DC/DCコンバータ 1 2 の NPN トランジスタ Q1, Q2 をオン/オフするための信号 PWU と、インバータ 1 4 の NPN トランジスタ Q3 ~ Q8 をオン/オフするための信号 PWMI とを生成し、その生成した信号 PWU および信号 PWMI をそれぞれ DC/DCコンバータ 1 2 およびインバータ 1 4 へ出力する。
15

また、モータトルク制御手段 3 0 1 は、モータ電流 MCRT に基づいて交流モータ M1 におけるトルクを所定のタイミングごとに演算する。交流モータ M1 におけるトルクは、交流モータ M1 の各相に流れるモータ電流 MCRT に比例するので、モータトルク制御手段 3 0 1 は、予め保持した比例定数を電流センサー 2 4
20 から受けたモータ電流 MCRT に乗算することにより交流モータ M1 におけるトルクを演算する。そして、モータトルク制御手段 3 0 1 は、演算した各タイミングにおけるトルクと各タイミングごとに回転センサー 2 5 から入力されるモータ回転数 MRN とを用いて、前回のタイミングから今回のタイミングまでの期間における交流モータ M1 の消費パワーの増加量を演算する。また、モータトルク制
25 御手段 3 0 1 は、直流電圧 Vb および出力電圧 Vm に基づいて、コンデンサ 1 3 からインバータ 1 4 に供給可能な許容パワーを演算する。

そうすると、モータトルク制御手段 3 0 1 は、演算した消費パワーの増加量が演算した許容パワーを超えるか否かを判定し、消費パワーの増加量が許容パワー

5 を超えるとき、交流モータM1の消費パワーの増加量を抑制するようにDC/DCコンバータ12を制御する。より具体的には、モータトルク制御手段301は、交流モータM1の消費パワーの増加量を抑制するようにDC/DCコンバータ12を駆動するための信号PWUc（信号PWUの一種）を生成し、その生成した信号PWUcをDC/DCコンバータ12へ出力する。なお、モータトルク制御手段301は、消費パワーの増加量が許容パワーを超えないとき、DC/DCコンバータ12の制御をそのまま継続する。

10 電圧変換制御手段302は、回生制動時、ハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号RGEを外部のECUから受けると、交流モータM1が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWMCを生成してインバータ14へ出力する。

15 また、電圧変換制御手段302は、回生制動時、信号RGEを外部のECUから受けると、インバータ14から供給された直流電圧を降圧するための信号PWDを生成してDC/DCコンバータ12へ出力する。このように、DC/DCコンバータ12は、直流電圧を降圧するための信号PWDにより直流電圧を降下させることもできるので、双方向コンバータの機能を有するものである。

20 図3は、モータトルク制御手段301の機能ブロック図である。図3を参照して、モータトルク制御手段301は、制御部32と、演算部34と、メモリ36と、モータ制御用相電圧演算部40と、インバータ用PWM信号変換部42と、インバータ入力電圧指令演算部50と、フィードバック電圧指令演算部52と、デューティー比変換部54とを含む。

 制御部32は、外部のECUからトルク指令値TRIが入力されたとき、その入力されたトルク指令値TRIをモータ制御用相電圧演算部40およびインバータ入力電圧指令演算部50へ出力する。

25 また、制御部32は、各タイミングごとに入力された直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ回転数MRNおよびモータ電流MCRTをメモリ36へ記憶する。そして、制御部32は、DC/DCコンバータ12を制御する各タイミングにおいて、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ回転数MRNおよびモータ電流MCRTに基づいて、コンデンサ13からインバータ14へ供給可能な許容パワーの

限界値 W 、コンデンサ13からインバータ14へ供給可能な許容パワー W_0 、各
 タイミングにおける交流モータM1のトルク $T_m(n)$ 、各タイミングにおける
 交流モータM1の回転角速度 $\omega_m(n)$ 、各タイミングにおける交流モータM1
 の消費パワーの変化率 P' および隣接する2つのタイミング間における交流モ
 5 タM1の消費パワーの変化量 P_{sm} を演算し、その演算結果をメモリ36に記憶
 するように演算部34を制御する。

さらに、制御部32は、タイミング t において、許容パワー W_0 および消費パ
 ワーの増加量 P_{sm} を演算部36から受け、消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パ
 ワー W_0 を超えるか否かを判定する。そして、制御部32は、消費パワーの増加
 10 量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えたとき、交流モータM1における消費パワーの
 増加量を抑制するためのタイミング t におけるトルク指令を演算するように演算
 部34を制御し、演算部34から受けたトルク指令をインバータ入力電圧指令演
 算部50へ出力する。なお、制御部32は、消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パ
 ワー W_0 を超えないとき、タイミング t におけるトルク $T_m(n)$ をメモリ36
 15 から読出し、その読出したトルク $T_m(n)$ をタイミング t におけるトルク指令
 としてインバータ入力電圧指令演算部50へ出力する。

演算部34は、制御部32からの制御に従って、各タイミングごとにメモリ3
 6からモータ電流 MCR_T およびモータ回転数 MR_N を読出し、その読出した
 モータ電流 MCR_T およびモータ回転数 MR_N を用いてそれぞれトルク $T_m(n)$
 20 および回転角速度 $\omega_m(n)$ を演算する。

また、演算部34は、制御部32からの制御に応じて、直流電圧 V_b 、出力電
 圧 V_m 、モータ回転数 MR_N およびモータ電流 MCR_T をメモリ36から読出す。
 そして、演算部34は、次式によってコンデンサ13からインバータ14へ供給
 可能な許容パワーの限界値 W を演算する。

$$25 \quad W = \frac{1}{2} C V_m^2 - \frac{1}{2} C V_b^2 \quad \dots (1)$$

ここで、 C は、コンデンサ13の静電容量を示す。図1に示すDC/DCコン
 バータ12の回路は、 $V_m > V_b$ の関係が成立する間だけ直流電圧 V_b を出力電
 圧 V_m に昇圧できる。したがって、直流電圧 V_b 、出力電圧 V_m および許容パワー

の限界値Wの間には、式(1)に示す関係が成立する。

また、演算部34は、メモリ36から読出したモータ電流MCR Tに基づいて各指令時における交流モータM1のトルク $T_m(n)$ を演算し、メモリ36から読出したモータ回転数MR Nに基づいて各指令時における回転角速度 $\omega_m(n)$ を演算する。そして、演算部34は、その演算したトルク $T_m(n)$ および回転角速度 $\omega_m(n)$ をメモリ36に記憶する。

さらに、演算部34は、前回の指令時 $t-1$ において、交流モータM1のモータ電流MCR Tから演算したトルク $T_m(n-1)$ およびモータ回転数MR Nから演算した回転角速度 $\omega_m(n-1)$ をメモリ36から読出し、前回の指令時 $t-1$ から今回の指令時 t までの間 Δt におけるトルクの変化量 ΔT および回転角速度の変化量 $\Delta \omega_m$ を演算する。そして、演算部34は、演算したトルクの変化量 ΔT および回転角速度の変化量 $\Delta \omega_m$ を用いて、前回の指令時 $t-1$ から今回の指令時 t までの間 Δt における交流モータM1の消費パワーの増加率 P' を次式によって演算する。

$$P' = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{1}{\Delta t} (\Delta T \cdot \omega_m + \Delta \omega_m \cdot T) \quad \dots (2)$$

ここで、 T は、今回指令時のトルクを表わし、 ω_m は、今回指令時の回転角速度を表わす。

演算部34は、より具体的には、交流モータM1における消費パワーの増加率 P' を次式を用いて演算する。

$$\Delta P = (T_m(n) - T_m(n-1)) \cdot \omega_m(n) + (\omega_m(n) - \omega_m(n-1)) \cdot T_m(n) \quad \dots (3)$$

式(3)において、 $T_m(n)$ は、今回指令時 t においてモータ電流MCR Tに基づいて演算されたトルクを表わし、 $\omega_m(n)$ は、今回指令時 t においてモータ回転数MR Nに基づいて演算された回転角速度を表わす。なお、演算部34は、リアクトルL1に流れるリアクトル電流およびバッテリー電圧 V_b を用いて消費パワーの増加率 P' を演算してもよい。

さらに、演算部34は、消費パワーの増加量 P_{sm} を次式によって演算する。

$$P_{sm} = P' \cdot t_f \quad \dots (4)$$

式(4)は、時刻 t における交流モータ $M1$ の消費パワーの増加率 P' が DC/DC コンバータ 12 の制御応答時定数 t_f の間だけ維持された場合の消費パワーが消費パワーの増加量 P_{sm} に等しいことを示す。

さらに、演算部 34 は、制御部 32 からの制御によって許容パワーの限界値 W に係数 G ($0 < G < 1$) を乗算して許容パワー W_0 を演算する。

さらに、演算部 34 は、消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えたとき、制御部 32 からの制御に従って今回指令時 t におけるトルク指令 $T'_m(n)$ を次式によって演算する。

$$T'_m(n) = T'_m(n-1) + \frac{P_0}{\omega_m} \cdot K \quad \dots (5)$$

ここで、 $T'_m(n-1)$ は、前回の指令時におけるトルク指令を表わす。また、 $P_0 = W_0 / t_f$ であり、 K は、所定値の係数である。

メモリ 36 は、各タイミングごとの直流電圧 V_b 、出力電圧 V_m 、モータ回転数 MRN 、モータ電流 $MCRT$ 、モータ電流 $MCRT$ に基づいて演算されたトルク $T_m(n)$ 、回転角速度 $\omega_m(n)$ 、トルク指令 $T'_m(n)$ 、係数 G 、 K および制御応答時定数 t_f を記憶する。

モータ制御用相電圧演算部 40 は、 DC/DC コンバータ 12 (すなわち、コンデンサ 13) の出力電圧 V_m を電圧センサー 20 から受け、交流モータ $M1$ の各相に流れるモータ電流 $MCRT$ を電流センサー 24 から受け、トルク指令値 T_R を制御部 32 から受ける。そして、モータ制御用相電圧演算部 40 は、これらの入力される信号に基づいて、交流モータ $M1$ の各相のコイルに印加する電圧を計算し、その計算した結果をインバータ用 PWM 信号変換部 42 へ供給する。

インバータ用 PWM 信号変換部 42 は、モータ制御用相電圧演算部 40 から受けた計算結果に基づいて、実際にインバータ 14 の各 NPN トランジスタ $Q3 \sim Q8$ をオン/オフする信号 $PWMI$ を生成し、その生成した信号 $PWMI$ をインバータ 14 の各 NPN トランジスタ $Q3 \sim Q8$ へ出力する。

これにより、各 NPN トランジスタ $Q3 \sim Q8$ は、スイッチング制御され、交流モータ $M1$ が指令されたトルクを出すように交流モータ $M1$ の各相に流す電流を制御する。このようにして、モータ駆動電流が制御され、トルク指令値 T_R に

応じたモータトルクが出力される。

一方、インバータ入力電圧指令演算部 50 は、トルク指令値 T_R およびモータ回転数 MRN に基づいてインバータ入力電圧の最適値（目標値）、すなわち、電圧指令 V_{dc_com} を演算し、その演算した電圧指令 V_{dc_com} をフィードバック電圧指令演算部 52 へ出力する。

フィードバック電圧指令演算部 52 は、電圧センサー 20 からの DC/DC コンバータ 12 の出力電圧 V_m と、インバータ入力電圧指令演算部 50 からの電圧指令 V_{dc_com} とに基づいて、フィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb}$ を演算し、その演算したフィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb}$ をデューティ比変換部 54 へ出力する。

デューティ比変換部 54 は、電圧センサー 10 からのバッテリー電圧 V_b と、フィードバック電圧指令演算部 52 からのフィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb}$ とに基づいて、電圧センサー 20 からの出力電圧 V_m を、フィードバック電圧指令演算部 52 からのフィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb}$ に設定するためのデューティ比を演算し、その演算したデューティ比に基づいて DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q_1 、 Q_2 をオン/オフするための信号 PWU を生成する。そして、デューティ比変換部 54 は、生成した信号 PWU を DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q_1 、 Q_2 へ出力する。

なお、DC/DC コンバータ 12 の下側の NPN トランジスタ Q_2 のオンデューティを大きくすることによりリアクトル L_1 における電力蓄積が大きくなるため、より高電圧の出力を得ることができる。一方、上側の NPN トランジスタ Q_1 のオンデューティを大きくすることにより電源ラインの電圧が下がる。そこで、NPN トランジスタ Q_1 、 Q_2 のデューティ比を制御することで、電源ラインの電圧を直流電源 B の出力電圧以上の任意の電圧に制御可能である。

図 4 を参照して、電気負荷としてのインバータ 14 および交流モータ M_1 における消費パワーに基づいて、電気負荷装置 100 の駆動を維持する動作について説明する。一連の動作が開始されると、演算部 34 は、上記の式 (1) および係数 G を用いて許容パワー W_0 を演算する（ステップ S10）。そして、演算部 34 は、上記の式 (2)（より具体的には式 (3)）を用いて、前回指令時 $t-1$

から今回指令時 t までの間 Δt における交流モータ $M1$ の消費パワーの増加率 P' を演算する (ステップ $S20$)。その後、演算部 34 は、 DC/DC コンバータ 12 の制御応答時定数 t_f およびステップ $S20$ において演算した消費パワーの増加率 P' を用いて式 (4) により消費パワーの増加量 P_{sm} を演算する。

- 5 そうすると、制御部 32 は、許容パワー $W0$ および消費パワーの増加量 P_{sm} を演算部 34 から受け、消費パワーの増加量 $P_{sm} (= P' \times t_f)$ が許容パワー $W0$ を超えるか否かを判定する (ステップ $S30$)。

- 10 直流電源 B から出力される直流電圧 V_b 、コンデンサ 13 の出力電圧 V_m およびコンデンサ 13 からインバータ 14 へ供給可能な許容パワーの限界値 W の間には、式 (1) に示す関係が成立する。そして、 $V_m > V_b$ の関係を常時成立させ、かつ、エネルギーの破綻を発生させないようにするためには、 DC/DC コンバータ 12 の制御応答時定数 t_f の間にコンデンサ 13 からインバータ 14 へ持ち出されるパワーは、少なくとも限界値 W よりも小さくなければならない。

- 15 そこで、エネルギーの破綻を発生させないようにするために、許容パワーの限界値 W に係数 G ($0 < G < 1$) を乗算した許容パワー $W0$ を演算し、交流モータ $M1$ の消費パワーの増加量 $P_{sm} (= P' \times t_f)$ が許容パワー $W0$ よりも大きいかな否かを判定することとしたものである。

- 20 ステップ $S30$ において、消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー $W0$ よりも大きくないと判定されたとき、制御部 32 は、電気負荷としてのインバータ 14 および交流モータ $M1$ における消費パワーの制限は必要ないものと判定し、今回指令時にモータ電流 MCR_T に基づいて演算したトルク $T_m(n)$ をトルク指令値 T_R としてインバータ入力電圧指令演算部 50 へ出力する。

- 25 そうすると、インバータ入力電圧指令演算部 50 は、トルク指令値 $T_R (= T_m(n))$ およびモータ回転数 MR_N に基づいて電圧指令 V_{dc_com} を演算してフィードバック電圧指令演算部 52 へ出力し、フィードバック電圧指令演算部 52 は、電圧指令 V_{dc_com} および DC/DC コンバータ 12 の出力電圧 V_m に基づいて、フィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb}$ を演算してデューティ比変換部 54 へ出力する。そして、デューティ比変換部 54 は、フィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb}$ 、出力電圧 V_m および直流電圧 V_b に基づ

いて、出力電圧 V_m を、フィードバック電圧指令演算部 52 からのフィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb}$ に設定するためのデューティ比を演算し、その演算したデューティ比に基づいて DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q_1 , Q_2 をオン/オフするための信号 PWU を生成する。そして、デューティ比変換部 54 は、生成した信号 PWU を DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q_1 , Q_2 へ出力する。これにより、交流モータ M1 が今回指令時のトルク $T_m(n)$ を出力する制御がそのまま実行される (ステップ S40)。

一方、ステップ S30 において、消費パワーの増加量 $P_{sm} (= P' \times t_f)$ が許容パワー W_0 を超えると判定されたとき、制御部 32 は、電気負荷としてのインバータ 14 および交流モータ M1 における消費パワーを制限する必要があるものと判定し、トルク指令 $T'_m(n)$ を演算するように演算部 34 を制御する。そして、演算部 34 は、式 (5) によってトルク指令 $T'_m(n)$ を演算して制御部 32 へ出力し、制御部 32 は、トルク指令 $T'_m(n)$ をインバータ入力電圧指令演算部 50 へ出力する。

そうすると、インバータ入力電圧指令演算部 50 は、トルク指令値 $T_R (= T'_m(n))$ およびモータ回転数 MRN に基づいて電圧指令 $V_{dc_com_c}$ を演算してフィードバック電圧指令演算部 52 へ出力し、フィードバック電圧指令演算部 52 は、電圧指令 $V_{dc_com_c}$ および DC/DC コンバータ 12 の出力電圧 V_m に基づいて、フィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb_c}$ を演算してデューティ比変換部 54 へ出力する。そして、デューティ比変換部 54 は、フィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb_c}$ 、出力電圧 V_m および直流電圧 V_b に基づいて、出力電圧 V_m を、フィードバック電圧指令演算部 52 からのフィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb_c}$ に設定するためのデューティ比を演算し、その演算したデューティ比に基づいて DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q_1 , Q_2 をオン/オフするための信号 PWU_c を生成する。そして、デューティ比変換部 54 は、生成した信号 PWU_c を DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q_1 , Q_2 へ出力する。これにより、交流モータ M1 の消費パワー (トルク) が制限される (ステップ S50)。

交流モータ M1 の消費パワーの制限処理は、より具体的には、各場合に応じた

係数Kを設定することにより次のように行なわれる。

式(2)の右辺の第1項 $\Delta T \cdot \omega_m >$ 第2項 $\Delta \omega_m \cdot T$ のとき、係数Kは、 $0 < K < 1$ となるように設定され、消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えないように、今回指令時におけるトルク指令の増加量が制限される。

5 また、式(2)の右辺の第1項 $\Delta T \cdot \omega_m <$ 第2項 $\Delta \omega_m \cdot T$ のとき、係数Kは、 $-1 < K < 1$ となるように設定され、 $\Delta \omega_m$ が小さくなるようにトルクの減少方向への制御も許可される。この場合、係数Kは、 $-1 < K < 0$ となるように設定され、トルクを減少方向にしか許可しない制御が実行されてもよい。このようにすることにより、 $\Delta \omega_m$ による影響が大きい場合、回転数の急激な変化を抑制するだけでなく、回生動作により低下した電圧を復帰させることもできる。

10 式(5)は、前回のトルク指令 $T'_m(n-1)$ に $(P_0/\omega_m) \times K$ を加算したものが、今回のトルク指令 $T'_m(n)$ であることを示す。そして、前回のトルク指令 $T'_m(n-1)$ に加算する $(P_0/\omega_m) \times K$ は、コンデンサ13からインバータ14に供給可能な許容パワー W_0 に、1未満の値を有する係数Kを乗算して得られる。

15 したがって、今回指令時に増加されるトルクは、コンデンサ13からインバータ14へ供給可能な許容パワー W_0 によって実現可能である。つまり、この発明においては、交流モータM1の消費パワーの増加量 P_{sm} がコンデンサ13からインバータ14へ供給可能な許容パワー W_0 を超えると、交流モータM1のトルク(消費パワー)の増加分が許容パワー W_0 によって実現可能な範囲に制限される。

20 なお、ステップS50における消費パワー(トルク)を制限する処理は、電気負荷としてのインバータ14および交流モータM1における消費パワーの増加量を、電気負荷(すなわち、インバータ14および交流モータM1)の駆動動作を維持可能な範囲に制御することに相当する。

25 そして、ステップS40またはステップS50の後、一連の動作が終了する。

 図5A、図5Bおよび図5Cは、電気負荷(すなわち、インバータ14および交流モータM1)における消費パワーが急激に変化した場合における電圧および消費パワーの状態を示す図である。図5A、図5Bおよび図5Cを参照して、時

刻 t_0 において、交流モータ $M1$ の消費パワー P が急減に変化するが、この急激な変化が制御装置 30 によって検知されると、消費パワー P に制限がかけられ、結果的にコンデンサ 13 の出力電圧 V_m は、バッテリー電圧 V_b を下回ることなく推移する。なお、時刻 t_0 以降において電気負荷における消費パワーの急激な変化が解消された状態では、消費パワー P に対する制限は解除されている。

このように、交流モータ $M1$ の回転数が急激に変化した場合、消費パワーに制限をかけることによって DC/DC コンバータ 12 の出力電圧 V_m の低下および過電流を防止できる。

また、DC/DC コンバータ 12 の回路を過電流に耐えられるように設計する必要がなくなるので、DC/DC コンバータ 12 の容量（許容電流）を小さくすることができる。

さらに、コンデンサ 13 をインバータ 14 および交流モータ $M1$ における消費パワーの急激な変化に耐え得るようにしなくても済むので、コンデンサ 13 の容量を小さくできる。その結果、低コスト化を図ることができる。

再び、図 1 を参照して、電気負荷装置 100 における動作について説明する。制御装置 30 は、外部の ECU からトルク指令値 TRI が入力されると、システムリレー $SR1$, $SR2$ をオンするための H レベルの信号 SE を生成してシステムリレー $SR1$, $SR2$ へ出力するとともに、交流モータ $M1$ がトルク指令値 TRI を発生するように DC/DC コンバータ 12 およびインバータ 14 を制御するための信号 PWU および信号 $PWMI$ を生成してそれぞれ DC/DC コンバータ 12 およびインバータ 14 へ出力する。

そして、直流電源 B は直流電圧 V_b を出力し、システムリレー $SR1$, $SR2$ は直流電圧 V_b をコンデンサ 11 へ供給する。コンデンサ 11 は、供給された直流電圧 V_b を平滑化し、その平滑化した直流電圧 V_b を DC/DC コンバータ 12 へ供給する。

そうすると、DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ $Q1$, $Q2$ は、制御装置 30 からの信号 PWU に応じてオン/オフされ、直流電圧 V_b を出力電圧 V_m に変換してコンデンサ 13 に供給する。電圧センサー 20 は、コンデンサ 13 の出力電圧 V_m を検出し、その検出した出力電圧 V_m を制御装置 30 へ出力

する。

コンデンサ 13 は、DC/DC コンバータ 12 から供給された直流電圧を平滑化してインバータ 14 へ供給する。インバータ 14 の NPN トランジスタ Q3 ~ Q8 は、制御装置 30 からの信号 PWM I に従ってオン/オフされ、インバータ 14 は、直流電圧を交流電圧に変換し、トルク指令値 TRI によって指定されたトルクを交流モータ M1 が発生するように交流モータ M1 の U 相、V 相、W 相の各相に所定の交流電流を流す。これにより、交流モータ M1 は、トルク指令値 TRI によって指定されたトルクを発生する。

そして、制御装置 30 は、所定の間隔を有する各タイミングごとに、直流電源 B からの直流電圧 Vb、コンデンサ 13 の出力電圧 Vm、交流モータ M1 のモータ回転数 MRN および交流モータ M1 のモータ電流 MCRT を受け、その受けた直流電圧 Vb、出力電圧 Vm、モータ回転数 MRN およびモータ電流 MCRT に基づいて、電気負荷における消費パワーが急激に増加しても電気負荷の駆動動作を維持するように制御する。

すなわち、制御装置 30 は、直流電圧 Vb、出力電圧 Vm、モータ回転数 MRN およびモータ電流 MCRT に基づいて、コンデンサ 13 からインバータ 14 へ供給可能な許容パワー W0、交流モータ M1 における消費パワーの増加率 P' および交流モータ M1 における消費パワーの増加量 Psm を演算する。そして、制御装置 30 は、消費パワーの増加量 Psm が許容パワー W0 を超えるか否かを判定し、消費パワーの増加量 Psm が許容パワー W0 を超えないとき、今回指令時におけるトルク指令をそのまま実現するように DC/DC コンバータ 12 を制御する。

一方、制御装置 30 は、消費パワーの増加量 Psm が許容パワー W0 を超えるとき、電気負荷としてのインバータ 14 および交流モータ M1 における消費パワー（トルク）を制限するように DC/DC コンバータ 12 を制御する。これにより、電気負荷（すなわち、インバータ 14 および交流モータ M1）の駆動動作が停止される程度に電気負荷における消費パワーが増加しても、電気負荷の駆動動作を維持可能な範囲に消費パワーの増加量が制御される。

電気負荷装置 100 が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車が回生

制動モードになった場合、制御装置 30 は、回生制動モードになったことを示す信号を外部の ECU から受け、信号 PWM C および信号 PWD を生成してそれぞれインバータ 14 および DC/DC コンバータ 12 へ出力する。

5 交流モータ M1 は、交流電圧を発電し、その発電した交流電圧をインバータ 14 へ供給する。そして、インバータ 14 は、制御装置 30 からの信号 PWM C に従って、交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ 13 を介して DC/DC コンバータ 12 へ供給する。

DC/DC コンバータ 12 は、制御装置 30 からの信号 PWD に従って直流電圧を降圧して直流電源 B に供給し、直流電源 B を充電する。

10 なお、この発明においては、インバータ 14 および交流モータ M1 は、「電気負荷」を構成する。

また、この発明による電気負荷制御方法は、図 4 に示すフローチャートに従って電圧変換器（すなわち、DC/DC コンバータ 12）の駆動を維持する範囲に電気負荷における消費パワーの増加量を制御する電気負荷制御方法である。

15 さらに、許容パワー W_0 は、電気負荷（インバータ 14 および交流モータ M1）の駆動動作を維持可能な電気負荷におけるパワーの変化量の最大値である「限界値」に相当する。

さらに、ダイオード D1, D2 は、「フライホイールダイオード」を構成する。

さらに、制御部 32、演算部 34、インバータ入力電圧指令演算部 50、フィードバック電圧指令演算部 52 およびデューティ比変換部 54 における消費パワーの増加量の制御は、実際には CPU (Central Processing Unit) によって行なわれ、CPU は、図 4 に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを ROM (Read Only Memory) から読出し、その読出したプログラムを実行して図 4 に示すフローチャートに従って電気負荷の駆動動作を維持する範囲に電気負荷における消費パワーの増加量を制御する。したがって、ROM は、図 4 に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ (CPU) 読取り可能な記録媒体に相当する。

さらに、電気負荷における消費パワーの急激な増加を検出する方法は、上述した方法に限らず、DC/DC コンバータ 12 の出力電圧 V_m の変化をモニターす

るようにしてもよく、また、電気自動車のアクセルペダルの踏み込み度合いの時間変化をモニターする（ただし、アクセルペダルの踏み込み度合いが消費パワーに略比例するような場合において）ようにしてもよい。

5 実施の形態 1 によれば、電気負荷装置は、直流電源からの直流電圧を出力電圧に昇圧する DC/DC コンバータと、DC/DC コンバータの出力電圧によって交流モータを駆動するインバータと、電気負荷としてのインバータおよび交流モータにおける消費パワーの増加量が電気負荷に供給可能な許容パワーを超えるとき、DC/DC コンバータの駆動を維持するように電気負荷における消費パ
10 ワーの増加量を制限する制御装置とを備えるので、電気負荷の駆動動作が停止する程度に消費パワーが変化しても、電気負荷の駆動を安定して継続できる。

〔実施の形態 2〕

図 6 を参照して、実施の形態 2 による電気負荷装置 100A は、電気負荷装置 100 の制御装置 30 を制御装置 30A に代えたものであり、その他は、電気負荷装置 100 と同じである。制御装置 30A は、交流モータ M1 における消費パ
15 ワー P_{sm} が許容パワー W_0 を超えたとき、電圧指令値を高くして DC/DC コンバータ 12 を制御する。その以外の制御装置 30A の機能は、制御装置 30 の機能と同じである。

図 7 を参照して、制御装置 30A は、制御装置 30 のモータトルク制御手段 301 をモータトルク制御手段 301A に代えたものであり、その他は、制御装置 30 と同じである。
20

モータトルク制御手段 301A は、交流モータ M1 の消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えるとき、DC/DC コンバータ 12 の駆動を維持するように消費パワーの増加量 P_{sm} を制御する方法がモータトルク制御手段 301 と相違するだけであり、その他は、モータトルク制御手段 301 と同じである。
25 モータトルク制御手段 301A は、交流モータ M1 の消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えるとき、出力電圧 V_m の電圧指令 $V_{dc\ com}$ を上昇させることにより DC/DC コンバータ 12 の駆動を維持する。

図 8 を参照して、モータトルク制御手段 301A は、モータトルク制御手段 301 の制御部 32、演算部 34 およびフィードバック電圧指令演算部 52 を、そ

れぞれ、制御部 3 2 A、演算部 3 4 A およびフィードバック電圧指令演算部 5 2 A に代えたものであり、その他は、モータトルク制御手段 3 0 1 と同じである。

制御部 3 2 A は、制御部 3 2 の機能に加え、次の機能を備える。制御部 3 2 A は、交流モータ M 1 の消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えると判定したとき、今回指令時にフィードバック電圧指令演算部 5 2 A に出力すべき電圧指令 $V_{dc_com_up}$ を演算するように演算部 3 4 A を制御する。そして、制御部 3 2 A は、演算部 3 4 A により演算された電圧指令 $V_{dc_com_up}$ をフィードバック電圧指令演算部 5 2 A へ出力する。

また、制御部 3 2 A は、消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えないと判定したとき、今回指令時にモータ電流 $MCR T$ に基づいて演算したトルク $T_m(n)$ を実現するための電圧指令 $V_{dc_com_n}$ を演算するように演算部 3 4 A を制御する。

演算部 3 4 A は、演算部 3 4 の機能に加え、次の機能を備える。演算部 3 4 A は、制御部 3 2 A からの制御に従って今回指令時における電圧指令 $V_{dc_com_up}$ または電圧指令 $V_{dc_com_n}$ を演算する。

演算部 3 4 A は、メモリ 3 6 から直流電圧 V_b および消費パワーの増加量 P_{sm} ($= P' \cdot t_f$) を読出し、次式により今回指令時における電圧指令 $V_{dc_com_up}$ を演算する。

$$\frac{1}{2}C(V_{dc_com_up})^2 - \frac{1}{2}CV_b^2 > P' \cdot t_f \quad \dots (6)$$

式 (6) は、DC/DC コンバータ 1 2 の出力電圧 V_m を電圧指令 $V_{dc_com_up}$ に上昇させた場合にコンデンサ 1 3 からインバータ 1 4 に供給可能なパワーが消費パワーの増加量 P_{sm} ($= P' \cdot t_f$) よりも大きいことを意味する。したがって、DC/DC コンバータ 1 2 の出力電圧 V_m を電圧指令 $V_{dc_com_up}$ まで上昇させることにより、交流モータ M 1 における消費パワーが P_{sm} だけ増加しても電気負荷装置 1 0 0 A の駆動を維持できる。

また、演算部 3 4 A は、今回指令時におけるトルク $T_m(n)$ およびモータ回転数 MRN をメモリ 3 6 から読出して電圧指令 $V_{dc_com_n}$ を演算する。

そして、演算部 3 4 A は、演算した電圧指令 $V_{dc_com_up}$ または V_{dc}

c o m__nを制御部32Aへ出力する。

フィードバック電圧指令演算部52Aは、インバータ入力電圧指令演算部50から電圧指令V d c c o mを受けると、その受けた電圧指令V d c c o mと電圧・
 センサー20からのDC/DCコンバータ12の出力電圧V_mとに基づいて、
 5 フィードバック電圧指令V d c c o m__f bを演算し、その演算したフィード
 バック電圧指令V d c c o m__f bをデューティ比変換部54へ出力する。

また、フィードバック電圧指令演算部52Aは、制御部32Aから電圧指令V
 d c c o m__u pを受けると、その受けた電圧指令V d c c o m__u pと電圧セ
 ンサー20からの出力電圧V_mとに基づいて、フィードバック電圧指令V d c c
 10 o m__f b__u pを演算し、その演算したフィードバック電圧指令V d c c o m
 __f b__u pをデューティ比変換部54へ出力する。

さらに、フィードバック電圧指令演算部52Aは、制御部32Aから電圧指令
 V d c c o m__nを受けると、その受けた電圧指令V d c c o m__nと電圧セン
 サー20からの出力電圧V_mとに基づいて、フィードバック電圧指令V d c c o
 15 m__f b__nを演算し、その演算したフィードバック電圧指令V d c c o m__f
 b__nをデューティ比変換部54へ出力する。

図9を参照して、電気負荷としてのインバータ14および交流モータM1にお
 ける消費パワーに基づいて、電気負荷装置100Aの駆動を維持する動作につい
 て説明する。図9に示すフローチャートは、図4に示すフローチャートのステッ
 20 プS50をステップS50Aに代えたものであり、その他は、図4に示すフロー
 チャートと同じである。

制御部32Aは、ステップS30において消費パワーの増加量P_{sm}が許容パ
 ワーW0を超えると判定したとき、今回指令時における電圧指令V d c c o m__
 u pを演算するように演算部34Aを制御する。そして、演算部34Aは、直流
 25 電圧V_bおよび消費パワーの増加量P_{sm}(=P'・t_f)をメモリ36から読
 出し、その読出した直流電圧V_bおよび消費パワーの増加量P_{sm}(=P'・t_f)
 を用いて式(6)により電圧指令V d c c o m__u pを演算する。

演算部34Aは、演算した電圧指令V d c c o m__u pを制御部32Aへ出力
 し、制御部32Aは、演算部34Aから受けた電圧指令V d c c o m__u pを今

回指令時の電圧指令としてフィードバック電圧指令演算部52Aへ出力する。

そうすると、フィードバック電圧指令演算部52Aは、制御部32Aからの電圧指令 $V_{d c c o m_u p}$ と電圧センサー20からの出力電圧 V_m とに基づいてフィードバック電圧指令 $V_{d c c o m_f b_u p}$ を演算し、その演算した

5 フィードバック電圧指令 $V_{d c c o m_f b_u p}$ をデューティ比変換部54へ出力する。デューティ比変換部54は、電圧センサー10からのバッテリー電圧 V_b と、フィードバック電圧指令演算部52Aからのフィードバック電圧指令 $V_{d c c o m_f b_u p}$ とに基づいて、電圧センサー20からの出力電圧 V_m を、フィードバック電圧指令演算部52Aからのフィードバック電圧指令 $V_{d c c o m_f b_u p}$ に設定するためのデューティ比を演算し、その演算した

10 デューティ比に基づいてDC/DCコンバータ12のNPNトランジスタQ1, Q2をオン/オフするための信号 $P W U_u p$ (信号PWUの一種)を生成する。そして、デューティ比変換部54は、生成した信号 $P W U_u p$ をDC/DCコンバータ12のNPNトランジスタQ1, Q2へ出力する。

15 DC/DCコンバータ12は、信号 $P W U_u p$ に基づいて、出力電圧 V_m が電圧指令 $V_{d c c o m_f b_u p}$ になるように直流電圧 V_b を出力電圧 V_m に変換し、コンデンサ13は、式(6)の左辺で示されるパワー(エネルギー)を蓄積する。これにより、電圧指令値の上昇処理が終了する(ステップS50A)。

一方、制御部32Aは、ステップS30において、消費パワーの増加量 $P_{s m}$

20 が許容パワー W_0 を超えないと判定したとき、電圧指令 $V_{d c c o m_n}$ を演算するように演算部34Aを制御し、演算部34Aは、トルク $T_m(n)$ およびモータ回転数 $M R N$ をメモリ36から読出して電圧指令 $V_{d c c o m_n}$ を演算し、その演算した電圧指令 $V_{d c c o m_n}$ を制御部32Aへ出力する。

そうすると、制御部32Aは、演算部34Aから受けた電圧指令 $V_{d c c o m_n}$

25 $V_{d c c o m_n}$ を今回指令時の電圧指令としてフィードバック電圧指令演算部52Aへ出力する。そして、フィードバック電圧指令演算部52Aは、制御部32Aからの電圧指令 $V_{d c c o m_n}$ と電圧センサー20からの出力電圧 V_m とに基づいてフィードバック電圧指令 $V_{d c c o m_f b_n}$ を演算し、その演算したフィードバック電圧指令 $V_{d c c o m_f b_n}$ をデューティ比変換部54へ出力す

る。

デューティ比変換部 54 は、電圧センサー 10 からのバッテリー電圧 V_b と、フィードバック電圧指令演算部 52A からのフィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb_n}$ とに基づいて、電圧センサー 20 からの出力電圧 V_m を、フィードバック電圧指令演算部 52A からのフィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb_n}$ に設定するためのデューティ比を演算し、その演算したデューティ比に基づいて DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q_1 、 Q_2 をオン/オフするための信号 PWU を生成する。そして、デューティ比変換部 54 は、生成した信号 PWU を DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q_1 、 Q_2 へ出力する。

DC/DC コンバータ 12 は、信号 PWU に基づいて、出力電圧 V_m が電圧指令 $V_{dc_com_fb_n}$ になるように直流電圧 V_b を出力電圧 V_m に変換する。これにより、トルク指令をそのまま実行する処理が終了する（ステップ S40）。

そして、ステップ S40 またはステップ S50A の後、一連の動作が終了する。

上述したように、交流モータ M1 における消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えたとき、出力電圧 V_m の目標値である電圧指令を電圧指令 V_{dc_com} から電圧指令 $V_{dc_com_up}$ まで上昇させ、コンデンサ 13 からインバータ 14 へ供給可能なパワーを消費パワーの増加量 P_{sm} よりも大きくする。つまり、消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えたとき、消費パワーの増加量 P_{sm} よりも大きいパワーをコンデンサ 13 に蓄積する。

これにより、交流モータ M1 における消費パワーが P_{sm} だけ増加しても電気負荷装置 100A の駆動を維持できる。

なお、コンデンサ 13 に蓄積されるパワーを交流モータ M1 における消費パワーの増加量 P_{sm} よりも大きくなるように制御することは、交流モータ M1 における消費パワーの増加量 P_{sm} を電気負荷装置 100A の駆動を維持可能な範囲に制御することに相当する。

また、この発明による電気負荷制御方法は、図 9 に示すフローチャートに従って電圧変換器（すなわち、DC/DC コンバータ 12）の駆動を維持する範囲に電気負荷における消費パワーの増加量を制御する電気負荷制御方法である。

さらに、制御部 3 2 A、演算部 3 4 A、フィードバック電圧指令演算部 5 2 A およびデューティ比変換部 5 4 における消費パワーの増加量の制御は、実際には CPU によって行なわれ、CPU は、図 9 に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを ROM から読出し、その読出したプログラムを実行して図 9 に示すフローチャートに従って電気負荷の駆動動作を維持する範囲に電気負荷における消費パワーの増加量を制御する。したがって、ROM は、図 9 に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ (CPU) 読取り可能な記録媒体に相当する。

その他は、実施の形態 1 と同じである。

実施の形態 2 によれば、電気負荷装置は、直流電源からの直流電圧を出力電圧に昇圧する DC/DC コンバータと、DC/DC コンバータの出力電圧によって交流モータを駆動するインバータと、電気負荷としてのインバータおよび交流モータにおける消費パワーの増加量が電気負荷に供給可能な許容パワーを超えるとき、電圧指令値を高くして DC/DC コンバータを制御する制御装置とを備えるので、電気負荷の駆動動作が停止する程度に消費パワーが変化しても、電気負荷の駆動を安定して継続できる。

[実施の形態 3]

図 10 を参照して、実施の形態 3 による電気負荷装置 1 0 0 B は、電気負荷装置 1 0 0 の制御装置 3 0 を制御装置 3 0 B に代え、電流センサー 2 8、回転センサー 2 9、インバータ 3 1 および交流モータ M 2 を追加したものであり、その他は、電気負荷装置 1 0 0 と同じである。

コンデンサ 1 3 は、DC/DC コンバータ 1 2 からの出力電圧 V_m をノード N 1, N 2 を介して受け、その受けた出力電圧 V_m を平滑化してインバータ 1 4 のみならずインバータ 3 1 にも供給する。また、インバータ 1 4 は、制御装置 3 0 B からの信号 PWM I 1 に基づいてコンデンサ 1 3 からの直流電圧を交流電圧に変換して交流モータ M 1 を駆動し、信号 PWM C 1 に基づいて交流モータ M 1 が発電した交流電圧を直流電圧に変換する。

インバータ 3 1 は、インバータ 1 4 と同じ構成から成る。そして、インバータ 3 1 は、制御装置 3 0 B からの信号 PWM I 2 に基づいて、コンデンサ 1 3 から

の直流電圧を交流電圧に変換して交流モータM2を駆動し、信号PWMC2に基づいて交流モータM2が発電した交流電圧を直流電圧に変換する。電流センサー28は、交流モータM2の各相に流れるモータ電流MCRT2を検出して制御装置30Bへ出力する。

5 電流センサー24は、モータ電流MCRT1を検出して制御装置30Bへ出力する。電流センサー28は、モータ電流MCRT2を検出して制御装置30Bへ出力する。回転センサー25は、モータ回転数MRN1を検出して制御装置30Bへ出力する。回転センサー29は、モータ回転数MRN2を検出して制御装置30Bへ出力する。交流モータM2は、制御装置30Bからの信号RUPに応じて発電電力を増加する。

10 制御装置30Bは、直流電源Bから出力された直流電圧Vbを電圧センサー10から受け、モータ電流MCRT1、MCRT2をそれぞれ電流センサー24、28から受け、DC/DCコンバータ12の出力電圧Vm（すなわち、インバータ14、31への入力電圧）を電圧センサー20から受け、トルク指令値TRI1、TRI2を外部ECUから受け、モータ回転数MRN1、MRN2をそれぞれ回転センサー25、29から受ける。そして、制御装置30Bは、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ電流MCRT1、トルク指令値TRI1およびモータ回転数MRN1に基づいて、上述した方法によりインバータ14が交流モータM1を駆動するときインバータ14のNPNトランジスタQ3～Q8をスイッチング制御するための信号PWMI1を生成し、その生成した信号PWMI1をインバータ14へ出力する。

20 また、制御装置30Bは、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ電流MCRT2、トルク指令値TRI2およびモータ回転数MRN2に基づいて、上述した方法によりインバータ31が交流モータM2を駆動するときインバータ31のNPNトランジスタQ3～Q8をスイッチング制御するための信号PWMI2を生成し、その生成した信号PWMI2をインバータ31へ出力する。

25 さらに、制御装置30Bは、インバータ14（または31）が交流モータM1（またはM2）を駆動するとき、直流電圧Vb、出力電圧Vm、モータ電流MCRT1（またはMCRT2）、トルク指令値TRI1（またはTRI2）および

モータ回転数MRN1（またはMRN2）に基づいて、上述した方法によりDC／DCコンバータ12のNPNトランジスタQ1、Q2をスイッチング制御するための信号PWUを生成してDC／DCコンバータ12へ出力する。

さらに、制御装置30Bは、回生制動時に交流モータM1が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWMC1、または交流モータM2が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWMC2を生成し、その生成した信号PWMC1または信号PWMC2をそれぞれインバータ14またはインバータ31へ出力する。この場合、制御装置30Bは、インバータ14または31からの直流電圧を降圧して直流電源Bを充電するようにDC／DCコンバータ12を制御する信号PWDを生成してDC／DCコンバータ12へ出力する。

さらに、制御装置30Bは、交流モータM1における消費パワーが増加した場合に電気負荷装置100Bの駆動を維持する制御を行なう。なお、以下においては、説明を解り易くするために、交流モータM1における消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えている場合に電気負荷装置100Bの駆動を維持する制御について説明する。

より具体的には、制御装置30Bは、電圧センサー10からの直流電圧 V_b 、電圧センサー20からの出力電圧 V_m 、電流センサー24からのモータ電流 $MCRT1$ および回転センサー25からのモータ回転数MRN1に基づいて、交流モータM1の消費パワーの増加量 P_{sm} および許容パワー W_0 を上述した方法により演算する。そして、制御装置30Bは、消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えると、後述する方法によってコンデンサ13からインバータ14へ供給可能なパワーを増加させるように交流モータM2およびインバータ31を制御する。また、制御装置30Bは、消費パワーの増加量が許容パワーを超えないとき、それまでの制御をそのまま継続する。

さらに、制御装置30Bは、システムリレーSR1、SR2をオン／オフするための信号SEを生成してシステムリレーSR1、SR2へ出力する。

図11を参照して、制御装置30Bは、モータトルク制御手段301Bおよび電圧変換制御手段302Aを含む。モータトルク制御手段301Bは、モータ電流 $MCRT1$ 、2、トルク指令値 $TRI1$ 、2、モータ回転数MRN1、2、直

流電圧 V_b および出力電圧 V_m に基づいて信号 $PWMI_{1,2}$ を生成し、その生成した信号 $PWMI_{1,2}$ を、それぞれ、インバータ 14, 31 へ出力する。

また、モータトルク制御手段 301B は、直流電圧 V_b 、出力電圧 V_m 、モータ電流 $MCRT_{1,2}$ (または $MCRT_2$)、トルク指令値 $TRI_{1,2}$ (または TRI_2) およびモータ回転数 $MRN_{1,2}$ (または MRN_2) に基づいて、信号 PWU を生成し、その生成した信号 PWU を DC/DC コンバータ 12 へ出力する。

さらに、モータトルク制御手段 301B は、交流モータ M1 における消費パワーの増加量 P_{sm} および許容パワー W_0 を上述した方法により演算する。そして、モータトルク制御手段 301B は、消費パワー P_{sm} が許容パワー W_0 を超えるとき、交流モータ M2 における消費パワーを減少させるための信号 $PWMI_{2c}$ (信号 $PWMI_2$ の一種) を生成してインバータ 31 へ出力する。また、モータトルク制御手段 301B は、消費パワー P_{sm} が許容パワー W_0 を超えるとき、交流モータ M2 における発電電力を増加するための信号 RUP と、信号 $PWMC_2$ の生成を指示する信号 PBC とを生成し、信号 RUP を交流モータ M2 へ出力し、信号 PBC を電圧変換制御手段 302A へ出力する。なお、モータトルク制御手段 301B は、消費パワー P_{sm} が許容パワー W_0 を超えないとき、それまでの制御を継続する。

電圧変換制御手段 302A は、電気負荷装置 100B が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号 RGE を外部 ECU から受けると、信号 $PWMC_{1,2}$ および信号 PWD を生成し、その生成した信号 $PWMC_{1,2}$ をそれぞれインバータ 14, 31 へ出力し、信号 PWD を DC/DC コンバータ 12 へ出力する。

また、電圧変換制御手段 302A は、モータトルク制御手段 301B からの信号 PBC に応じて信号 $PWMC_2$ を生成してインバータ 31 へ出力する。

図 12 を参照して、モータトルク制御手段 301B は、モータトルク制御手段 301 の制御部 32 および演算部 34 をそれぞれ制御部 32B および演算部 34B に代えたものであり、その他は、モータトルク制御手段 301 と同じである。

モータトルク制御手段 301B は、2 つのトルク指令値 $TRI_{1,2}$ 、2 つのモータ電流 $MCRT_{1,2}$ および 2 つのモータ回転数 $MRN_{1,2}$ に基づいて、

信号PWM I 1, 2および信号PWUを生成し、その生成した信号PWM I 1, 2および信号PWUに基づいてそれぞれインバータ14, 31およびDC/DCコンバータ12を制御する。

5 制御部32Bは、外部ECUからのトルク指令値TRI 1, 2、電圧センサー10からの直流電圧Vb、電圧センサー20からの出力電圧Vm、回転センサー25からのモータ回転数MRN1および回転センサー29からのモータ回転数MRN2を受ける。そして、制御部32Bは、トルク指令値TRI 1, 2をそのままモータ制御用相電圧演算部40およびインバータ入力電圧指令演算部50へ出力する。また、制御部32Bは、直流電圧Vb、出力電圧Vmおよびモータ回転数MRN1, 2をメモリ36に記憶する。

15 制御部32Bは、交流モータM1における消費パワーの増加量Psmが許容パワーW0を超えると判定したとき、モータ電流MCRT2に基づいて演算された交流モータM2のトルクTm2(n)の極性によって交流モータM2が消費モードであるか否かを判定する。より具体的には、制御部32Bは、メモリ36からトルクTm2(n)を読み出し、その読み出したトルクTm2(n)が正であるとき交流モータM2は消費モードであると判定し、トルクTm2(n)が負であるとき交流モータM2は発電モードであると判定する。

20 そして、制御部32Bは、交流モータM2が消費モードであると判定したとき、トルクTm2(n)よりも小さいトルクT'm2(n)をモータ制御用相電圧演算部40へ出力する。

また、制御部32Bは、交流モータM2が発電モードであると判定したとき、信号RUPおよび信号PBCを生成し、その生成した信号RUPを交流モータM2へ出力し、生成した信号PBCを電圧変換制御手段302Aへ出力する。

25 演算部34Bは、実施の形態1における式(1)～式(4)の演算を行なう。この場合、演算部34Bは、各タイミングごとにメモリ36から読み出したモータ電流MCRT1およびモータ回転数MRN1を用いて式(2), (3)の演算、トルクTm1(n)の演算および回転角速度 $\omega_{m1}(n)$ の演算を行なう。

また、演算部34Bは、各タイミングごとにメモリ36から読み出したモータ電流MCRT2に基づいてトルクTm2(n)を演算する。

さらに、演算部 3 4 B は、制御部 3 2 B からの制御に基づいて、次式により今回指令時におけるトルク指令 $T'_{m2}(n)$ を演算する。

$$T'_{m2}(n) = T_{m2}(n) - n \cdot \frac{P_1}{\omega_{m1}} \quad \dots (7)$$

ここで、 n は 1 以上の定数である。また、 ω_{m1} は、今回指令時における交流モータ M 1 の回転角速度である。さらに、 P_1 は、交流モータ M 1 における消費パワーの増加量 P_{sm} よりも大きい値である。

式 (7) は、本来、交流モータ M 2 が出力すべきトルク $T_{m2}(n)$ よりも、交流モータ M 1 における消費パワーの増加量 P_{sm} をカバーするためのトルク $n \times P_1 / \omega_{m1}$ だけ小さいトルクを今回指令時におけるトルク指令 $T'_{m2}(n)$ とすることを意味する。

モータ制御用相電圧演算部 4 0 は、DC/DC コンバータ 1 2 の出力電圧 V_m 、モータ電流 $MCR T 1$ 、およびトルク指令値 $TR 1$ に基づいて交流モータ M 1 の各相に印加する電圧を計算し、出力電圧 V_m 、モータ電流 $MCR T 2$ 、およびトルク指令値 $TR 2$ に基づいて交流モータ M 2 の各相に印加する電圧を計算する。そして、モータ制御用相電圧演算部 4 0 は、計算した交流モータ M 1 または M 2 用の電圧をインバータ用 PWM 信号変換部 4 2 へ出力する。

インバータ用 PWM 信号変換部 4 2 は、モータ制御用相電圧演算部 4 0 から交流モータ M 1 用の電圧を受けると、その受けた電圧に基づいて信号 $PWMI 1$ を生成してインバータ 1 4 へ出力する。また、インバータ用 PWM 信号変換部 4 2 は、モータ制御用相電圧演算部 4 0 から交流モータ M 2 用の電圧を受けると、その受けた電圧に基づいて信号 $PWMI 2$ を生成してインバータ 3 1 へ出力する。

インバータ入力電圧指令演算部 5 0 は、トルク指令値 $TR 1$ およびモータ回転数 $MRN 1$ (またはトルク指令値 $TR 2$ およびモータ回転数 $MRN 2$) に基づいて電圧指令 $V_{dc com}$ を演算し、その演算した電圧指令 $V_{dc com}$ をフィードバック電圧指令演算部 5 2 へ出力する。

その他のモータトルク制御手段 3 0 1 B の動作は、モータトルク制御手段 3 0 1 の動作と同じである。

図 1 3 を参照して、電気負荷としてのインバータ 1 4 および交流モータ M 1 に

における消費パワーに基づいて、電気負荷装置 100B の駆動を維持する動作について説明する。図 13 に示すフローチャートは、図 4 に示すフローチャートのステップ S50 を削除し、ステップ S60, S70, S80 を追加したものであり、その他は、図 4 に示すフローチャートと同じである。

- 5 制御部 32B は、ステップ S30 において交流モータ M1 における消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー $W0$ を超えると判定したとき、トルク $T_{m2}(n)$ をメモリ 36 から読出し、その読出したトルク $T_{m2}(n)$ の極性が正か負かを判定する（ステップ S60）。

- 10 そして、ステップ S60 において、トルク $T_{m2}(n)$ の極性が正と判定されたとき、制御部 32B は、交流モータ M2 が消費モードにあると判定し、トルク指令 $T'_{m2}(n)$ を演算するように演算部 34B を制御する。演算部 34B は、制御部 32B からの制御に基づいて、式 (7) によりトルク指令 $T'_{m2}(n)$ を演算して制御部 32B へ出力する。

- 15 そうすると、制御部 32B は、演算部 34B からのトルク指令 $T'_{m2}(n)$ をトルク指令値 T_{R2} としてモータ制御用相電圧演算部 40 へ出力する。モータ制御用相電圧演算部 40 は、出力電圧 V_m 、モータ電流 $MCR T2$ 、およびトルク指令値 $T_{R2} (= T'_{m2}(n))$ に基づいて交流モータ M2 の各相に印加する電圧を計算する。そして、モータ制御用相電圧演算部 40 は、計算した交流モータ M2 用の電圧をインバータ用 PWM 信号変換部 42 へ出力する。……

- 20 インバータ用 PWM 信号変換部 42 は、モータ制御用相電圧演算部 40 から交流モータ M2 用の電圧を受けると、その受けた電圧に基づいて信号 $PWMI2c$ を生成してインバータ 31 へ出力する。インバータ 31 は、信号 $PWMI2c$ に基づいて交流モータ M2 を駆動する。これにより、交流モータ M2 における消費パワーが低減される（ステップ S70）。そして、交流モータ M1 における消費
25 パワーの増加量をカバーするためのパワーに相当する消費パワーが交流モータ M2 において減少される。

一方、ステップ S60 において、トルク $T_{m2}(n)$ の極性が負であると判定されたとき、制御部 32B は、交流モータ M2 が発電モードにあると判定し、信号 RUP および信号 PBC を生成してそれぞれ交流モータ M2 および電圧変換制

御手段 302A へ出力する。

そうすると、電圧変換制御手段 302A は、信号 PBC に応じて信号 PWM C 2 を生成してインバータ 31 へ出力する。また、交流モータ M2 は、信号 RUP に応じて発電電力を増加する（ステップ S80）。インバータ 31 は、交流モータ M2 からの交流電圧を信号 PWM C 2 に応じて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をノード N1, N2 を介してコンデンサ 13 に供給する。

これにより、コンデンサ 13 からインバータ 14 へ供給可能なパワーが増加する。

また、ステップ S30 において、交流モータ M1 における消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワーよりも小さいと判定されたとき、それまでの制御が継続される（ステップ S40）。

そして、ステップ S40 またはステップ S70 またはステップ S80 の後、一連の動作が終了する。

上述したように、実施の形態 3 においては、交流モータ M1 における消費パワーが急激に増加した場合に、交流モータ M2 における消費パワーを低減し、または交流モータ M2 における発電パワーを増加するようにインバータ 31 またはインバータ 31 および交流モータ M2 を制御する。

再び、図 10 を参照して、電気負荷装置 100B における全体動作について説明する。全体の動作が開始されると、制御装置 30B は、H レベルの信号 SE を生成してシステムリレー SR1, SR2 へ出力し、システムリレー SR1, SR2 がオンされる。直流電源 B は直流電圧をシステムリレー SR1, SR2 を介して DC/DC コンバータ 12 へ出力する。

電圧センサー 10 は、直流電源 B から出力される直流電圧 V_b を検出し、その検出した直流電圧 V_b を制御装置 30B へ出力する。また、電圧センサー 20 は、コンデンサ 13 の両端の電圧 V_m を検出し、その検出した電圧 V_m を制御装置 30B へ出力する。さらに、電流センサー 24 は、交流モータ M1 に流れるモータ電流 $MCR T 1$ を検出して制御装置 30B へ出力し、電流センサー 28 は、交流モータ M2 に流れるモータ電流 $MCR T 2$ を検出して制御装置 30B へ出力する。さらに、回転センサー 25 は、交流モータ M1 のモータ回転数 $MRN 1$ を検出し

て制御装置 30B へ出力し、回転センサー 29 は、交流モータ M2 のモータ回転数 MRN2 を検出して制御装置 30B へ出力する。そして、制御装置 30B は、外部 ECU からトルク指令値 TRI1, 2 を受ける。

5 そうすると、制御装置 30B は、直流電圧 Vb、出力電圧 Vm、モータ電流 MCRT1、トルク指令値 TRI1 およびモータ回転数 MRN1 に基づいて、上述した方法により信号 PWMI1 を生成し、その生成した信号 PWMI1 をインバータ 14 へ出力する。また、制御装置 30B は、直流電圧 Vb、出力電圧 Vm、モータ電流 MCRT2、トルク指令値 TRI2 およびモータ回転数 MRN2 に基づいて、上述した方法により信号 PWMI2 を生成し、その生成した信号 PWMI2 をインバータ 31 へ出力する。

10 さらに、制御装置 30B は、インバータ 14 (または 31) が交流モータ M1 (または M2) を駆動するとき、直流電圧 Vb、出力電圧 Vm、モータ電流 MCRT1 (または MCRT2)、トルク指令値 TRI1 (または TRI2)、およびモータ回転数 MRN1 (または MRN2) に基づいて、上述した方法により DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q1, Q2 をスイッチング制御するための信号 PWU を生成し、その生成した信号 PWU を DC/DC コンバータ 12 へ出力する。

15 そうすると、DC/DC コンバータ 12 は、信号 PWU に応じて、直流電源 B からの直流電圧 Vb を昇圧し、その昇圧した直流電圧をノード N1, N2 を介してコンデンサ 13 に供給する。そして、インバータ 14 は、コンデンサ 13 によって平滑化された直流電圧を制御装置 30B からの信号 PWMI1 によって交流電圧に変換して交流モータ M1 を駆動する。また、インバータ 31 は、コンデンサ 13 によって平滑化された直流電圧を制御装置 30B からの信号 PWMI2 によって交流電圧に変換して交流モータ M2 を駆動する。これによって、交流モータ M1 は、トルク指令値 TRI1 によって指定されたトルクを発生し、交流モータ M2 は、トルク指令値 TRI2 によって指定されたトルクを発生する。

25 また、電気負荷装置 100B が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、制御装置 30B は、外部 ECU から信号 RGE を受け、その受けた信号 RGE に応じて、信号 PWMC1, 2 を生成してそれぞれインバータ 1

4, 31へ出力し、信号PWDを生成してDC/DCコンバータ12へ出力する。

そうすると、インバータ14は、交流モータM1が発電した交流電圧を信号PWMC1に応じて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ13を介してDC/DCコンバータ12へ供給する。また、インバータ31は、交流モータM2が発電した交流電圧を信号PWMC2に応じて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ13を介してDC/DCコンバータ12へ供給する。そして、DC/DCコンバータ12は、コンデンサ13からの直流電圧をノードN1, N2を介して受け、その受けた直流電圧を信号PWDによって降圧し、その降圧した直流電圧を直流電源Bに供給する。これにより、交流モータM1またはM2によって発電された電力が直流電源Bに充電される。

また、交流モータM1, M2の駆動中に、交流モータM1における消費パワーが急激に増加した場合、制御装置30Bは、上述した方法により交流モータM1における消費パワーの増加量 P_{sm} を演算し、その演算した消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えるか否かを判定する。そして、制御装置30Bは、消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えないとき、それまでの制御を継続する。

一方、消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えると、制御装置30Bは、上述したように、交流モータM2が消費モードにあるか発電モードにあるかを判定する。そして、制御装置30Bは、交流モータM2が消費モードにあるとき、交流モータM2における消費パワーを減少するようにインバータ31を制御し、交流モータM2が発電モードにあるとき、交流モータM2における発電量を増加するようにインバータ31および交流モータM2を制御する。

これにより、交流モータM1における消費パワーが急激に増加しても、コンデンサ13からインバータ14へ供給可能なパワーが増加され、電気負荷装置10Bは、継続して駆動される。

なお、上記においては、交流モータM1における消費パワーが急激に増加した場合について説明したが、交流モータM2における消費パワーが急激に増加した場合に、交流モータM1における消費パワーを低減し、または交流モータM1における発電パワーを増加するようにインバータ14またはインバータ14および

交流モータM1を制御するようにしてもよいことは言うまでもない。

また、交流モータM2における消費パワーを低減することは、コンデンサ13からインバータ14へ供給可能なパワーを、交流モータM1における消費パワーの増加量 P_{sm} をカバーするように増加させることに相当する。そして、コンデンサ13からインバータ14へ供給可能なパワーを、交流モータM1における消費パワーの増加量 P_{sm} をカバーするように増加させることは、交流モータM1における消費パワーの増加量 P_{sm} を電気負荷装置100Bの駆動を維持可能な範囲に制御することに相当する。

さらに、インバータ14、31および交流モータM1、M2は、「電気負荷」を構成する。

さらに、交流モータM1、M2のいずれか一方は、「発電機」を構成する。そして、電気負荷装置100Bがハイブリッド自動車に搭載される場合、発電機を構成する交流モータM1、M2のいずれか一方は、エンジンに接続され、エンジンからの動力によって発電する。

さらに、この発明による電気負荷制御方法は、図13に示すフローチャートに従って電圧変換器（すなわち、DC/DCコンバータ12）の駆動を維持する範囲に電気負荷における消費パワーの増加量を制御する電気負荷制御方法である。

さらに、制御部32B、演算部34B、モータ制御用相電圧演算部40およびインバータ用PWM信号変換部42における消費パワーの増加量の制御は、実際にはCPUによって行なわれ、CPUは、図13に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムをROMから読出し、その読出したプログラムを実行して図13に示すフローチャートに従って電気負荷の駆動動作を維持する範囲に電気負荷における消費パワーの増加量を制御する。したがって、ROMは、図13に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ（CPU）読取り可能な記録媒体に相当する。

その他は、実施の形態1と同じである。

実施の形態3によれば、電気負荷装置は、直流電源からの直流電圧を出力電圧に昇圧するDC/DCコンバータと、DC/DCコンバータの出力電圧によって交流モータを駆動するインバータと、一方の交流モータにおける消費パワーの増

加量が一方の交流モータに供給可能な許容パワーを超えると、他方の交流モータにおける消費パワーを低減させ、または他方の交流モータにおける発電パワーを増加させるように制御する制御装置とを備えるので、電気負荷の駆動動作が停止する程度に消費パワーが変化しても、電気負荷の駆動を安定して継続できる。

5 [実施の形態 4]

図 1 4 を参照して、実施の形態 4 による電気負荷装置 1 0 0 C は、電気負荷装置 1 0 0 B の制御装置 3 0 B を制御装置 3 0 C に代えたものであり、その他は、電気負荷装置 1 0 0 B と同じである。

10 制御装置 3 0 C は、交流モータ M 1, M 2 の動作中にコンデンサ 1 3 側から D C / D C コンバータ 1 2 へ回生される回生パワーが急激に大きくなった場合、D C / D C コンバータ 1 2 の動作を停止させずに電気負荷装置 1 0 0 C の駆動を維持するように D C / D C コンバータ 1 2 を制御する。その他の制御装置 3 0 C の動作は、制御装置 3 0 B の動作と同じである。

15 交流モータ M 1 が消費モードにあり、交流モータ M 2 が発電モードにある場合（すなわち、電気負荷装置 1 0 0 C が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生ブレーキ制御中）に、車輪のロックが検出されると、交流モータ M 1 における消費パワーが急激に減少する。

20 そうすると、コンデンサ 1 3 側から D C / D C コンバータ 1 2 へ回生される回生パワーが急激に増加し、過電圧が D C / D C コンバータ 1 2 に印加される。過電圧が D C / D C コンバータ 1 2 に印加された状態が継続すると、D C / D C コンバータ 1 2 の破損に繋がる。

そこで、制御装置 3 0 C は、回生パワーが急激に増加しても、電気負荷装置 1 0 0 C の駆動を維持するように D C / D C コンバータ 1 2 を制御する。

25 なお、説明を解り易くするために、以下においては、交流モータ M 1 が消費モードにあり、交流モータ M 2 が発電モードにある場合について説明する。

図 1 5 を参照して、制御装置 3 0 C は、制御装置 3 0 B のモータトルク制御手段 3 0 1 B をモータトルク制御手段 3 0 1 C に代えたものであり、その他は、制御装置 3 0 B と同じである。

モータトルク制御手段 3 0 1 C は、各指令時 t ごとに交流モータ M 1 における

消費パワー P_{out} と、交流モータ $M2$ における発電パワー P_{in} とを演算し、その演算した消費パワー P_{out} および発電パワー P_{in} に基づいて回生パワー P_b を演算する。そして、モータトルク制御手段 $301C$ は、前回指令時から今回指令時までの間における回生パワー P_b の増加量 ΔP_b を演算し、その演算した増加量 ΔP_b が応答最大値 $\Delta P_{b\lim}$ を超えるか否かを判定する。ここで、応答最大値とは、DC/DCコンバータ 12 で吸収可能な回生パワー P_b の増加量を言う。

モータトルク制御手段 $301C$ は、増加量 ΔP_b が応答最大値 $\Delta P_{b\lim}$ を超えているとき、電圧指令値を低下してDC/DCコンバータ 12 を制御し、増加量 ΔP_b が応答最大値 $\Delta P_{b\lim}$ を超えていないとき、それまでのDC/DCコンバータ 12 の制御を継続する。

その他のモータトルク制御手段 $301C$ の動作は、モータトルク制御手段 $301B$ の動作と同じである。

図 16 を参照して、モータトルク制御手段 $301C$ は、モータトルク制御手段 $301B$ の制御部 $32B$ および演算部 $34B$ をそれぞれ制御部 $32C$ および演算部 $34C$ に代えたものであり、その他は、モータトルク制御手段 $301B$ と同じである。

制御部 $32C$ は、消費パワー P_{out} および発電パワー P_{in} を演算し、その演算した消費パワー P_{out} および発電パワー P_{in} に基づいて回生パワー P_b を演算するように演算部 $34C$ を制御する。そして、制御部 $32C$ は、さらに、回生パワー P_b の増加量 ΔP_b を演算するように演算部 $34C$ を制御する。

制御部 $32C$ は、演算部 $34C$ により演算された回生パワー P_b の増加量 ΔP_b が応答最大値 $\Delta P_{b\lim}$ を超えるか否かを判定し、増加量 ΔP_b が応答最大値 $\Delta P_{b\lim}$ を超えるとき、電圧指令 $V_{dc\com_d}$ を演算するように演算部 $34C$ を制御する。また、制御部 $32C$ は、増加量 ΔP_b が応答最大値 $\Delta P_{b\lim}$ を超えないとき、電圧指令 $V_{dc\com_n}$ を演算するように演算部 $34C$ を制御する。

そして、制御部 $32C$ は、演算部 $34C$ により演算された電圧指令 $V_{dc\com_d}$ または $V_{dc\com_n}$ をフィードバック電圧指令演算部 $52A$ へ出力す

る。

演算部 34C は、メモリ 36 からモータ電流 $MCR T 1$ およびモータ回転数 $M R N 1$ を読出してトルク $T m 1 (n)$ および回転角速度 $\omega m 1 (n)$ を演算する。そして、演算部 34C は、演算したトルク $T m 1 (n)$ および回転角速度 $\omega m 1$
 5 (n) から交流モータ $M 1$ における消費パワー $P o u t$ を演算する。

また、演算部 34C は、メモリ 36 からモータ電流 $MCR T 2$ および出力電圧 $V m$ を読出し、その読出したモータ電流 $MCR T 2$ および出力電圧 $V m$ に基づいて交流モータ $M 2$ における発電パワー $P i n$ を演算する。そして、演算部 34C は、発電パワー $P i n$ から消費パワー $P o u t$ を減算して今回指令時における回
 10 生パワー $P b m (n)$ を演算し、さらに、回生パワーの増加量 $\Delta P b (= P b m (n) - P b m (n-1))$ を演算する。なお、この場合、演算部 34C は、前回指令時における回生パワー $P b m (n-1)$ をメモリ 36 から読出す。

さらに、演算部 34C は、回生パワーの増加量 $\Delta P b$ が応答最大値 $\Delta P b l i m$ を超えているとき、DC/DC コンバータ 12 により吸収できない回生パワー
 15 の増加量 $\Delta P b 0$ を次式により演算する。

$$\Delta P b 0 = \Delta P b - \Delta P b l i m \quad \cdots (8)$$

さらに、演算部 34C は、式 (8) により演算した増加量 $\Delta P b 0$ に基づいて低下させるべき電圧指令値 $\Delta V r e f$ を次式により演算する。

$$\Delta V r e f = \sqrt{2 \cdot \Delta P b 0 \cdot T 0 / C} \quad \cdots (9)$$

20 ここで、 $T 0$ は、前回指令時から今回指令時までの時間を表わす。

さらに、演算部 34C は、式 (9) により演算した低下させるべき電圧指令値 $\Delta V r e f$ を用いて次式により電圧指令 $V d c c o m_d (n)$ を演算する。

$$V d c c o m_d (n) = V d c c o m_d (n-1) - \Delta V r e f \quad \cdots (10)$$

式 (10) において、 $V d c c o m_d (n-1)$ は、前回指令時における電
 25 圧指令であり、メモリ 36 に記憶されている。そして、 $V d c c o m_d (n-1)$ は、前回指令時に回生パワーの増加量 $\Delta P b$ が応答最大値 $\Delta P b l i m$ を超えている場合、式 (8) ~ 式 (10) により演算された前回指令時における電圧指令である。

また、 $V_{d c c o m_d}(n-1)$ は、前回指令時には回生パワーの増加量 ΔP_b が応答最大値 $\Delta P_{b l i m}$ を超えていない場合、前回指令時におけるトルク $T_{m 1}(n-1)$ およびモータ回転数 $M R N 1$ に基づいて演算された電圧指令 $V_{d c c o m_n}$ である。つまり、 $V_{d c c o m_d}(n-1)$ は、交流モータ M
5 1においてトルク $T_{m 1}(n-1)$ を発生させるための電圧指令である。

さらに、演算部34Cは、回生パワーの増加量 ΔP_b が応答最大値 $\Delta P_{b l i m}$ を超えていないとき、今回指令時におけるトルク $T_{m 1}(n)$ およびモータ回転数 $M R N 1$ に基づいて電圧指令 $V_{d c c o m_n}(n)$ を演算する。

なお、制御部32Cは、演算部34Cにより演算された電圧指令 $V_{d c c o m_d}(n)$ 、 $V_{d c c o m_n}(n)$ をそれぞれ電圧指令 $V_{d c c o m_d}$ 、 $V_{d c c o m_n}$ としてフィードバック電圧指令演算部52Aへ出力する。
10

図17を参照して、電気負荷としてのインバータ14および交流モータ $M 1$ における消費パワーに基づいて、電気負荷装置100Cの駆動を維持する動作について説明する。

一連の動作が開始されると、演算部34Cは、交流モータ $M 1$ における消費パワー $P_{o u t}$ と交流モータ $M 2$ における発電パワー $P_{i n}$ とを演算する（ステップS100）。そして、演算部34Cは、演算した発電パワー $P_{i n}$ から消費パワー $P_{o u t}$ を減算して回生パワー P_b を演算し、さらに、その演算した回生パワー P_b の
15 前回指令時から今回指令時までの間 $T 0$ における増加量 ΔP_b を演算する（ステップS110）。

そうすると、制御部32Cは、演算部34Cにより演算された回生パワーの増加量 ΔP_b が応答最大値 $\Delta P_{b l i m}$ を超えるか否かを判定する（ステップS120）。制御部32Cは、ステップS120において、回生パワーの増加量 ΔP_b が応答最大値 $\Delta P_{b l i m}$ 以下であると判定したとき、電圧指令 $V_{d c c o m_n}$ を演算するように演算部34Cを制御する。
25

そして、演算部34Cは、制御部32Cからの制御に基づいて、今回指令時におけるトルク $T_{m 1}(n)$ およびモータ回転数 $M R N 1$ をメモリ36から読み出し、電圧指令 $V_{d c c o m_n}$ を演算する。制御部32Cは、演算部34Cにより演算された電圧指令 $V_{d c c o m_n}$ をフィードバック電圧指令演算部52Aへ出

力する。

フィードバック電圧指令演算部 52A は、制御部 32C からの電圧指令 $V_{dc_com_n}$ 、および電圧センサー 20 からの出力電圧 V_m に基づいてフィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb_n}$ を演算してデューティ比変換部 54 へ出力する。デューティ比変換部 54 は、電圧センサー 10 からのバッテリー電圧 V_b と、フィードバック電圧指令演算部 52A からのフィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb_n}$ とに基づいて、電圧センサー 20 からの出力電圧 V_m を、フィードバック電圧指令演算部 52A からのフィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb_n}$ に設定するためのデューティ比を演算し、その演算したデューティ比に基づいて DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q1, Q2 をオン/オフするための信号 PWU を生成する。そして、デューティ比変換部 54 は、生成した信号 PWU を DC/DC コンバータ 12 の NPN トランジスタ Q1, Q2 へ出力する。

DC/DC コンバータ 12 は、信号 PWU に基づいて、出力電圧 V_m が電圧指令 $V_{dc_com_fb_n}$ になるように直流電圧 V_b を出力電圧 V_m に変換する。これにより、トルク指令をそのまま実行する処理が終了する (ステップ S130)。

一方、制御部 32C は、ステップ S120 において、回生パワーの増加量 ΔP_b が応答最大値 ΔP_{b_lim} を超えていると判定したとき、電圧指令 $V_{dc_com_d}$ を演算するように演算部 34C を制御する。

そうすると、演算部 34C は、制御部 32C からの制御に基づいて、DC/DC コンバータ 12 により吸収できない回生パワーの増加量 ΔP_{b0} を式 (8) を用いて演算する。そして、演算部 34C は、前回指令時から今回指令時までの時間 T_0 および演算した増加量 ΔP_{b0} を式 (9) に代入して電圧指令値の低下量 ΔV_{ref} を演算する。さらに、演算部 34C は、前回指令時における電圧指令 $V_{dc_com_d}(n-1)$ をメモリ 36 から読出し、その読出した電圧指令 $V_{dc_com_d}(n-1)$ と演算した低下量 ΔV_{ref} とを式 (10) に代入して今回指令時における電圧指令 $V_{dc_com_d}(n)$ を演算する。

制御部 32C は、演算部 34C からの電圧指令 $V_{dc_com_d}(n)$ を電圧指令 $V_{dc_com_d}$ としてフィードバック電圧指令演算部 52A へ出力する。

フィードバック電圧指令演算部52Aは、制御部32Cからの電圧指令 $V_{dc_com_d}$ 、および電圧センサー20からの出力電圧 V_m に基づいてフィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb_d}$ を演算してデューティ比変換部54へ出力する。デューティ比変換部54は、電圧センサー10からのバッテリ電圧 V_b と、フィードバック電圧指令演算部52Aからのフィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb_d}$ とに基づいて、電圧センサー20からの出力電圧 V_m を、フィードバック電圧指令演算部52Aからのフィードバック電圧指令 $V_{dc_com_fb_d}$ に設定するためのデューティ比を演算し、その演算したデューティ比に基づいてDC/DCコンバータ12のNPNトランジスタQ1, Q2をオン/オフするための信号PWUD（信号PWUの一種）を生成する。そして、デューティ比変換部54は、生成した信号PWUDをDC/DCコンバータ12のNPNトランジスタQ1, Q2へ出力する。

DC/DCコンバータ12は、信号PWUDに基づいて、出力電圧 V_m が電圧指令 $V_{dc_com_fb_d}$ になるように直流電圧 V_b を出力電圧 V_m に変換する。より具体的には、DC/DCコンバータ12は、NPNトランジスタQ1のオン時間を長くして直流電圧 V_b を出力電圧 V_m に変換する。これにより、電圧指令値を低下したDC/DCコンバータ12の制御が行なわれる（ステップS130）。そして、出力電圧 V_m の電圧レベルは低下し、過電圧がDC/DCコンバータ12に印加されることはない。

NPNトランジスタQ1のオン時間を長くすると、出力電圧 V_m の電圧レベルが低下するので、電圧指令値を低下してDC/DCコンバータ12を制御することは、NPNトランジスタQ1のオン時間を長くしてDC/DCコンバータ12を制御することに相当する。

なお、上記においては、交流モータM1が消費モードにあり、交流モータM2が発電モードにある場合について説明したが、この発明は、これに限らず、交流モータM1が発電モードにあり、交流モータM2が消費モードにある場合であってもよいことは言うまでもない。

また、上記においては、モータが2つの場合について説明したが、モータが1つの場合でも、回生モードにおいて回生パワーが急激に増加することが想定され

るので、この発明は、モータが1つの場合にDC/DCコンバータ12の出力側に過電圧が印加されないように電圧指令値を低下させてDC/DCコンバータ12を制御する場合も含む。

さらに、応答最大値 ΔP_{blim} は、電気負荷（インバータ14、31および交流モータM1、M2）の駆動動作を維持可能な電気負荷におけるパワーの変化量の最大値である「限界値」に相当する。

さらに、この発明による電気負荷制御方法は、図17に示すフローチャートに従って電圧変換器（すなわち、DC/DCコンバータ12）の駆動を維持する範囲に電気負荷における消費パワーの増加量を制御する電気負荷制御方法である。

さらに、制御部32C、演算部34C、フィードバック電圧指令演算部52Aおよびデューティ比変換部54における回生パワーの増加量の制御は、実際にはCPUによって行なわれ、CPUは、図17に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムをROMから読出し、その読出したプログラムを実行して図17に示すフローチャートに従って電気負荷の駆動動作を維持する範囲に電気負荷における回生パワーの増加量を制御する。したがって、ROMは、図17に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ（CPU）読取り可能な記録媒体に相当する。

その他は、実施の形態3と同じである。

実施の形態4によれば、電気負荷装置は、直流電源からの直流電圧を出力電圧に昇圧するDC/DCコンバータと、DC/DCコンバータの出力電圧によって交流モータを駆動するインバータと、交流モータからDC/DCコンバータへの回生パワーの増加量がDC/DCコンバータにより吸収可能な応答最大値を超えるとき、電圧指令値を低下してDC/DCコンバータを制御する制御装置とを備えるので、電気負荷の駆動動作が停止する程度に回生パワーが増加しても、DC/DCコンバータに過電圧が印加されず、電気負荷の駆動を安定して継続できる。

[実施の形態5]

図18を参照して、実施の形態5による電気負荷装置100Dは、電気負荷装置100Bの制御装置30Bを制御装置30Dに代えたものであり、その他は、電気負荷装置100Bと同じである。

制御装置 30D は、交流モータ M1 における消費パワーが急激に増加して交流モータ M1 における消費パワーの増加量 P_{sm} が許容パワー W_0 を超えた場合、電気負荷装置 100D の駆動を継続可能な範囲に消費パワーの増加量 P_{sm} を制御し、コンデンサ 13 側から DC/DC コンバータ 12 への回生パワーが急激に増加して回生パワーの増加量 ΔP_b が応答最大値 $\Delta P_{b\lim}$ を超えた場合、電気負荷装置 100D の駆動を継続可能な範囲に回生パワーの増加量 ΔP_b を制御する。

そして、制御装置 30C は、上述した実施の形態 1 ～実施の形態 3 のいずれかを用いて、電気負荷装置 100D の駆動を継続可能な範囲に消費パワーの増加量 P_{sm} を制御し、実施の形態 4 を用いて、電気負荷装置 100D の駆動を継続可能な範囲に回生パワーの増加量 ΔP_b を制御する。

したがって、制御装置 30D は、制御装置 30、30A、30B のいずれか 1 つの機能と、制御装置 30C の機能とを併せ持つ。

制御装置 30D における消費パワーの増加量 P_{sm} および回生パワーの増加量 ΔP_b の制御は、図 4、図 9 および図 13 のいずれかに示すフローチャートと、図 17 に示すフローチャートとに従って行なわれる。

したがって、図 4、図 9 および図 13 のいずれかに示すフローチャートと、図 17 に示すフローチャートとに従って消費パワーの増加量 P_{sm} および回生パワーの増加量 ΔP_b を制御する方法は、この発明による電気負荷制御方法を構成する。

また、コンピュータ (CPU) は、図 4、図 9 および図 13 のいずれかに示すフローチャートと、図 17 に示すフローチャートとに従って消費パワーの増加量 P_{sm} および回生パワーの増加量 ΔP_b を制御する。したがって、ROM は、図 4、図 9 および図 13 のいずれかに示すフローチャートと、図 17 に示すフローチャートとに示される各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ (CPU) 読取り可能な記録媒体である。

その他は、実施の形態 1 ～実施の形態 4 と同じである。

実施の形態 5 によれば、電気負荷装置は、直流電源からの直流電圧を出力電圧に昇圧する DC/DC コンバータと、DC/DC コンバータの出力電圧によって

- 交流モータを駆動するインバータと、交流モータにおける消費パワーが急激に増加したとき、または交流モータからDC/DCコンバータへの回生パワーが急激に増加したとき、電気負荷の駆動を継続可能な範囲に消費パワーの増加量または回生パワーの増加量を制御する制御装置とを備えるので、電気負荷の駆動動作が
- 5 停止する程度に電気負荷におけるパワーが増加しても、電気負荷の駆動を安定して継続できる。

産業上の利用可能性

- この発明は、電気負荷においてパワーが急激に変化した場合、そのパワーの変化量を制御して電気負荷の安定した駆動を継続する電気負荷装置に適用される。
- 10

請求の範囲

1. 直流電源から出力される第1の直流電圧と、前記第1の直流電圧の電圧レベルと異なる電圧レベルを有する第2の直流電圧との間で電圧変換を行なう電圧変換器(12)と、

前記電圧変換器(12)から出力された前記第2の直流電圧に基づいて駆動される電気負荷(14, 31, M1, M2)と、

前記電気負荷(14, 31, M1, M2)におけるパワーの変化量が限界値を超えたとき、前記電気負荷(14, 31, M1, M2)の駆動動作を維持可能な範囲に前記パワーの変化量を制御する制御回路(30, 30A, 30B, 30C, 30D)とを備え、

前記限界値は、前記電気負荷(14, 31, M1, M2)の駆動動作を維持可能な前記パワーの変化量の最大値である、電気負荷装置。

2. 前記電気負荷(14, 31, M1, M2)におけるパワーは、前記電気負荷(14, 31, M1, M2)における消費パワーであり、

前記制御回路(30, 30A, 30B, 30C, 30D)は、前記消費パワーの増加量が前記電気負荷(14, 31, M1, M2)に供給可能な許容パワーを超えたとき、前記消費パワーの増加量が前記許容パワー以下になるように制御する、請求の範囲第1項に記載の電気負荷装置。

3. 前記制御回路(30, 30A, 30B, 30C, 30D)は、前記消費パワーを制限する、請求の範囲第2項に記載の電気負荷装置。

4. 前記制御回路(30, 30A, 30B, 30C, 30D)は、前記第2の直流電圧の電圧指令値を低下して前記電圧変換器(12)を制御する、請求の範囲第3項に記載の電気負荷装置。

5. 前記電圧変換器(12)は、

上アームおよび下アーム用の第1および第2のスイッチング素子(Q1, Q2)と、

前記第1および第2のスイッチング素子(Q1, Q2)にそれぞれ設けられる第1および第2のフライホイールダイオード(D1, D2)とを含む、請求の範囲

第4項に記載の電気負荷装置。

6. 前記制御回路(30, 30A, 30B, 30C, 30D)は、前記許容パワーを増加させ、前記消費パワーが前記許容パワー以下になるように制御する、請求の範囲第2項に記載の電気負荷装置。

5 7. 前記制御回路(30, 30A, 30B, 30C, 30D)は、前記第2の直流電圧の電圧指令値を上昇して前記電圧変換器(12)を制御する、請求の範囲第6項に記載の電気負荷装置。

8. 前記電圧変換器(12)は、

10 上アームおよび下アーム用の第1および第2のスイッチング素子(Q1, Q2)と、

前記第1および第2のスイッチング素子(Q1, Q2)にそれぞれ設けられる第1および第2のフライホイールダイオード(D1, D2)とを含む、請求の範囲第7項に記載の電気負荷装置。

9. 前記電気負荷(14, M1; 31, M2)は、

15 車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するモータ(M1; M2)と、

前記制御回路(30, 30A, 30B, 30C, 30D)からの制御に従って前記第2の直流電圧を交流電圧に変換して前記モータ(M1; M2)を駆動するインバータ(14; 31)とを含む、請求の範囲第2項から請求の範囲第8項のいずれか1項に記載の電気負荷装置。

20 10. 前記電圧変換器(12)と前記電気負荷(14, 31, M1, M2)との間に設けられ、直流電力を蓄積する容量素子(13)をさらに備え、

前記電気負荷(14, 31, M1, M2)は、

車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生する第1のモータ(M1)と、

25 前記制御回路(30, 30A, 30B, 30C, 30D)からの制御に従って前記容量素子(13)から供給された前記第2の直流電圧を交流電圧に変換して前記第1のモータ(M1)を駆動する第1のインバータ(14)と、

前記車両のエンジンからの動力により発電する第2のモータ(M2)と、

前記第1のインバータ(14)と並列に接続され、前記制御回路(30, 30A, 30B, 30C, 30D)からの制御に従って前記第2のモータ(M2)が

発電した交流電力を直流電力に変換して前記容量素子（１３）に供給する第２のインバータ（３１）とを含む、請求の範囲第２項から請求の範囲第８項のいずれか１項に記載の電気負荷装置。

５ １１．前記電気負荷（１４，Ｍ１）に並列に接続された発電機（Ｍ２）をさらに備え、

前記制御回路（３０，３０Ａ，３０Ｂ，３０Ｃ，３０Ｄ）は、発電電力が上昇するように前記発電機（Ｍ２）を制御する、請求の範囲第２項に記載の電気負荷装置。

１０ １２．前記電圧変換器（１２）は、
上アームおよび下アーム用の第１および第２のスイッチング素子（Ｑ１，Ｑ２）と、

前記第１および第２のスイッチング素子（Ｑ１，Ｑ２）にそれぞれ設けられる第１および第２のフライホイールダイオード（Ｄ１，Ｄ２）とを含む、請求の範囲第１１項に記載の電気負荷装置。

１５ １３．前記電気負荷（１４，Ｍ１）は、
車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するモータ（Ｍ１）と、
前記制御回路（３０，３０Ａ，３０Ｂ，３０Ｃ，３０Ｄ）からの制御に従って前記第２の直流電圧を交流電圧に変換して前記モータ（Ｍ１）を駆動するインバータ（１４）とを含み、

２０ 前記発電機（Ｍ２）は、前記車両のエンジンからの動力により発電する、請求の範囲第１２項に記載の電気負荷装置。

１４．前記電気負荷（１４，３１，Ｍ１，Ｍ２）におけるパワーは、前記電気負荷（１４，３１，Ｍ１，Ｍ２）における発電パワーであり、

２５ 前記制御回路（３０，３０Ａ，３０Ｂ，３０Ｃ，３０Ｄ）は、前記電気負荷（１４，３１，Ｍ１，Ｍ２）から前記電圧変換器（１２）へ供給される発電パワーの増加量が前記電圧変換器（１２）の応答最大値を超えたとき、前記発電パワーの増加量が前記応答最大値以下になるように制御する、請求の範囲第１項に記載の電気負荷装置。

１５．前記制御回路（３０，３０Ａ，３０Ｂ，３０Ｃ，３０Ｄ）は、前記第２の

直流電圧の電圧レベルが低下するように前記電圧変換器（１２）を制御する、請求の範囲第１４項に記載の電気負荷装置。

１６．前記電圧変換器（１２）は、上アームおよび下アーム用の第１および第２のスイッチング素子（Ｑ１，Ｑ２）を含み、

５ 前記制御回路（３０，３０Ａ，３０Ｂ，３０Ｃ，３０Ｄ）は、前記第１のスイッチング素子（Ｑ１）のオン時間を長くして前記電圧変換器（１２）を駆動する、請求の範囲第１５項に記載の電気負荷装置。

１７．前記電気負荷（１４，３１，Ｍ１，Ｍ２）は、

車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するモータ（Ｍ１；Ｍ２）と、
１０ 前記制御回路（３０，３０Ａ，３０Ｂ，３０Ｃ，３０Ｄ）からの制御に従って前記第２の直流電圧を交流電圧に変換して前記モータ（Ｍ１；Ｍ２）を駆動するインバータ（１４；３１）とを含む、請求の範囲第１４項から請求の範囲第１６項のいずれか１項に記載の電気負荷装置。

１８．前記電圧変換器（１２）と前記電気負荷（１４，３１，Ｍ１，Ｍ２）との間に設けられ、直流電力を蓄積する容量素子（１３）をさらに備え、

前記電気負荷（１４，３１，Ｍ１，Ｍ２）は、

車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生する第１のモータ（Ｍ１）と、

前記制御回路（３０，３０Ａ，３０Ｂ，３０Ｃ，３０Ｄ）からの制御に従って前記容量素子（１３）から供給された前記第２の直流電圧を交流電圧に変換して
２０ 前記第１のモータ（Ｍ１）を駆動する第１のインバータ（１４）と、

前記車両のエンジンからの動力により発電する第２のモータ（Ｍ２）と、

前記第１のインバータ（１４）と並列に接続され、前記制御回路（３０，３０Ａ，３０Ｂ，３０Ｃ，３０Ｄ）からの制御に従って前記第２のモータ（Ｍ２）が発電した交流電力を直流電力に変換して前記容量素子（１３）に供給する第２の
２５ インバータ（３１）とを含む、請求の範囲第１４項から請求の範囲第１６項のいずれか１項に記載の電気負荷装置。

１９．前記電気負荷（１４，３１，Ｍ１，Ｍ２）におけるパワーは、前記電気負荷（１４，３１，Ｍ１，Ｍ２）における消費パワーおよび前記電気負荷（１４，３１，Ｍ１，Ｍ２）における発電パワーであり、

前記制御回路（30, 30A, 30B, 30C, 30D）は、

前記消費パワーの増加量が前記電気負荷（14, 31, M1, M2）に供給可能な許容パワーを超えたとき、前記消費パワーの増加量が前記許容パワー以下になるように制御し、

- 5 前記電気負荷（14, 31, M1, M2）から前記電圧変換器（12）へ供給される発電パワーの増加量が前記電圧変換器（12）の応答最大値を超えたとき、前記発電パワーの増加量が前記応答最大値以下になるように制御する、請求の範囲第1項に記載の電気負荷装置。

- 10 20. 電気負荷（14, 31, M1, M2）におけるパワーの変化量を検出する第1のステップと、

前記検出されたパワーの変化量が、限界値を超えるか否かを判定する第2のステップと、

- 15 前記パワーの変化量が前記限界値を超えたとき、前記電気負荷（14, 31, M1, M2）の駆動動作を維持可能な範囲に前記パワーの変化量を制御する第3のステップとを含み、

前記限界値は、前記電気負荷（14, 31, M1, M2）の駆動動作を維持可能な前記パワーの変化量の最大値である、電気負荷制御方法。

21. 前記第1のステップは、前記電気負荷（14, 31, M1, M2）における消費パワーの増加量を検出し、

- 20 前記第2のステップは、前記消費パワーの増加量が前記電気負荷（14, 31, M1, M2）に供給可能な許容パワーを超えるか否かを判定し、

前記第3のステップは、前記消費パワーの増加量が前記許容パワーを超えたとき、前記消費パワーの変化量を前記許容パワー以下に制御する、請求の範囲第20項に記載の電気負荷制御方法。

- 25 22. 前記第3のステップは、前記消費パワーを制限する、請求の範囲第21項に記載の電気負荷制御方法。

23. 前記第3のステップは、直流電源から出力される第1の直流電圧を変換した第2の直流電圧の電圧レベルが上昇するように、前記第1の直流電圧を前記第2の直流電圧に変換する電圧変換器（12）を制御する、請求の範囲第21項に

記載の電気負荷制御方法。

24. 前記第3のステップは、前記電気負荷(14, M1)に並列に接続された発電機(M2)の発電電力が上昇するように前記発電機(M2)を制御する、請求の範囲第21項に記載の電気負荷制御方法。

- 5 25. 前記第1のステップは、前記電気負荷(14, 31, M1, M2)からの第1の直流電圧を前記第1の直流電圧の電圧レベルと異なる電圧レベルを有する第2の直流電圧に変換する電圧変換器(12)へ供給される前記電気負荷(14, 31, M1, M2)における発電パワーの増加量を検出し、

10 前記第2のステップは、前記検出された発電パワーの増加量が前記電圧変換器(12)の応答最大値を超えるか否かを判定し、

前記第3のステップは、前記発電パワーの増加量が前記電圧変換器(12)の前記応答最大値を超えたとき、前記発電パワーの増加量が前記応答最大値以下になるように前記電圧変換器(12)を制御する、請求の範囲第20項に記載の電気負荷制御方法。

- 15 26. 前記第3のステップは、前記第1の直流電圧の電圧レベルが低下するように前記電圧変換器(12)を制御する、請求の範囲第25項に記載の電気負荷制御方法。

27. 前記第1のステップは、

20 前記電気負荷(14, 31, M1, M2)における消費パワーの増加量を検出する第1のサブステップと、

前記電気負荷(14, 31, M1, M2)からの第1の直流電圧を前記第1の直流電圧の電圧レベルと異なる電圧レベルを有する第2の直流電圧に変換する電圧変換器(12)へ供給される前記電気負荷(14, 31, M1, M2)における発電パワーの増加量を検出する第2のサブステップとを含み、

25 前記第2のステップは、

前記消費パワーの増加量が前記電気負荷(14, 31, M1, M2)に供給可能な許容パワーを超えるか否かを判定する第3のサブステップと、

前記検出された発電パワーの増加量が前記電圧変換器(12)の応答最大値を超えるか否かを判定する第4のサブステップとを含み、

前記第 3 のステップは、

前記消費パワーの増加量が前記許容パワーを超えたとき、前記消費パワーの変化量を前記許容パワー以下に制御する第 5 のサブステップと、

5 前記発電パワーの増加量が前記電圧変換器 (12) の前記応答最大値を超えたとき、前記発電パワーの増加量が前記応答最大値以下になるように前記電圧変換器 (12) を制御する第 6 のステップとを含む、請求の範囲第 20 項に記載の電気負荷制御方法。

28. 電気負荷 (14, 31, M1, M2) におけるパワーの変化量を検出する第 1 のステップと、

10 前記検出されたパワーの変化量が限界値を超えるか否かを判定する第 2 のステップと、

前記パワーの変化量が前記限界値を超えたとき、前記電気負荷 (14, 31, M1, M2) の駆動動作を維持可能な範囲に前記パワーの変化量を制御する第 3 のステップとをコンピュータに実行させ、

15 前記限界値は、前記電気負荷 (14, 31, M1, M2) の駆動動作を維持可能な前記パワーの変化量の最大値である、コンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

29. 前記第 1 のステップは、前記電気負荷 (14, 31, M1, M2) における消費パワーの増加量を検出し、

20 前記第 2 のステップは、前記消費パワーの増加量が前記電気負荷 (14, 31, M1, M2) に供給可能な標準パワーを超えるか否かを判定し、

前記第 3 のステップは、前記消費パワーの増加量が前記許容パワーを超えたとき、前記消費パワーの変化量を前記許容パワー以下に制御する、請求の範囲第 28 項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

30. 前記第 3 のステップは、前記消費パワーを制限する、請求の範囲第 29 項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

31. 前記第 3 のステップは、直流電源から出力される第 1 の直流電圧を変換し

た第 2 の直流電圧の電圧レベルが上昇するように、前記第 1 の直流電圧を前記第 2 の直流電圧に変換する電圧変換器 (12) を制御する、請求の範囲第 29 項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

- 5 32. 前記第 3 のステップは、前記電気負荷 (14, M1) に並列に接続された発電機 (M2) の発電電力が上昇するように前記発電機 (M2) を制御する、請求の範囲第 29 項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

- 10 33. 前記第 1 のステップは、前記電気負荷 (14, M1) からの第 1 の直流電圧を前記第 1 の直流電圧の電圧レベルと異なる電圧レベルを有する第 2 の直流電圧に変換する電圧変換器 (12) へ供給される前記電気負荷 (14, M1) における発電パワーの増加量を検出し、

前記第 2 のステップは、前記検出された発電パワーの増加量が前記電圧変換器 (12) の応答最大値を超えるか否かを判定し、

- 15 前記第 3 のステップは、前記発電パワーの増加量が前記電圧変換器 (12) の前記応答最大値を超えたとき、前記発電パワーの増加量が前記応答最大値以下になるように前記電圧変換器 (12) を制御する、請求の範囲第 29 項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

- 20 34. 前記第 3 のステップは、前記第 1 の直流電圧の電圧レベルが低下するように前記電圧変換器 (12) を制御する、請求の範囲第 33 項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

35. 前記第 1 のステップは、

- 25 前記電気負荷 (14, 31, M1, M2) における消費パワーの増加量を検出する第 1 のサブステップと、

前記電気負荷 (14, 31, M1, M2) からの第 1 の直流電圧を前記第 1 の直流電圧の電圧レベルと異なる電圧レベルを有する第 2 の直流電圧に変換する電圧変換器 (12) へ供給される前記電気負荷 (14, 31, M1, M2) における発電パワーの増加量を検出する第 2 のサブステップとを含み、

前記第 2 のステップは、

前記消費パワーの増加量が前記電気負荷（14, 31, M1, M2）に供給可能な許容パワーを超えるか否かを判定する第 3 のサブステップと、

5 前記検出された発電パワーの増加量が前記電圧変換器（12）の応答最大値を超えるか否かを判定する第 4 のサブステップとを含み、

前記第 3 のステップは、

前記消費パワーの増加量が前記許容パワーを超えたとき、前記消費パワーの変化量を前記許容パワー以下に制御する第 5 のサブステップと、

10 前記発電パワーの増加量が前記電圧変換器（12）の前記応答最大値を超えたとき、前記発電パワーの増加量が前記応答最大値以下になるように前記電圧変換器（12）を制御する第 6 のステップとを含む、請求の範囲第 28 項に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

FIG. 1

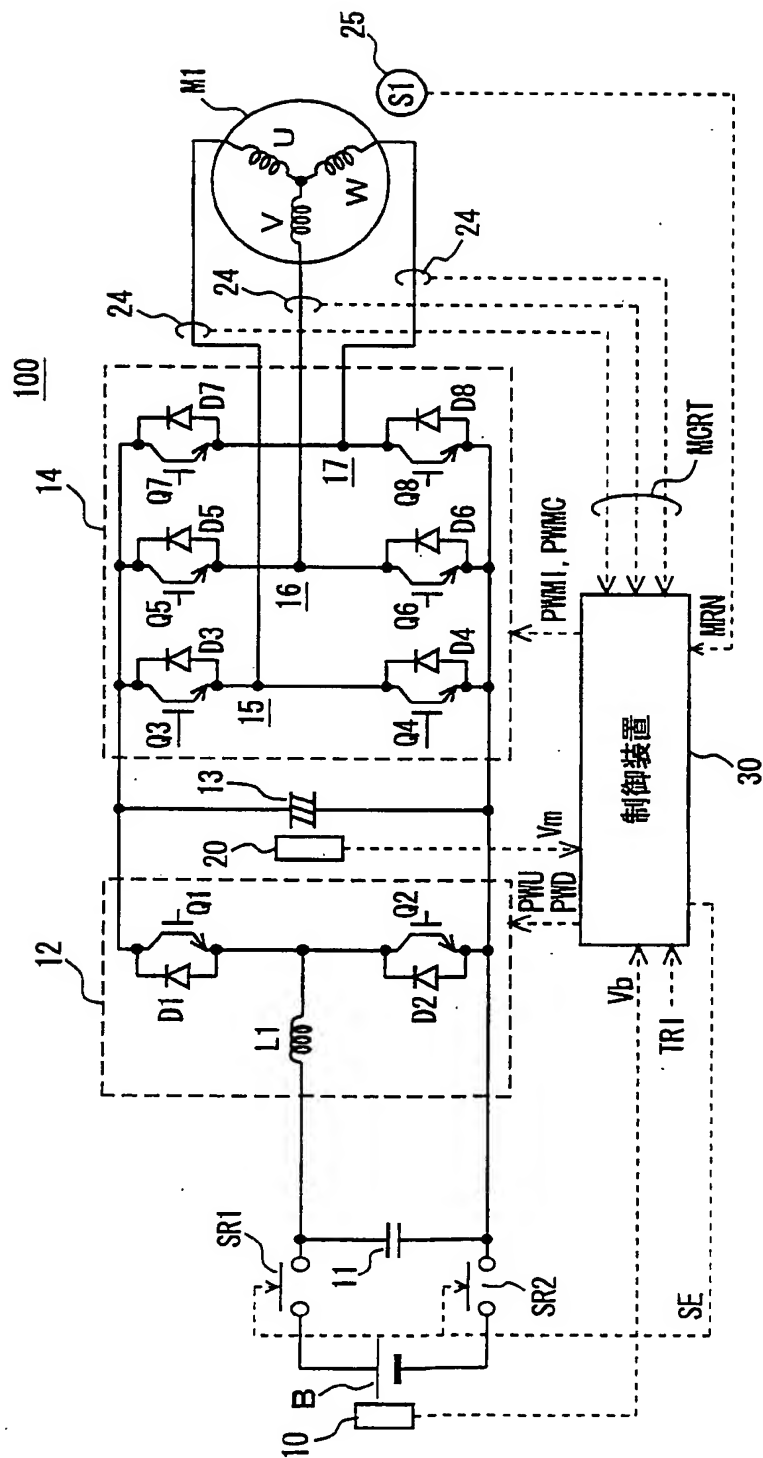


FIG. 2

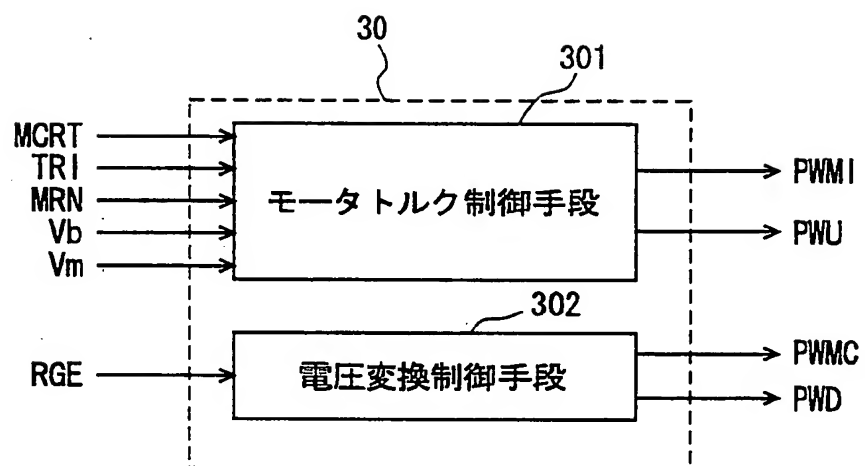


FIG. 3

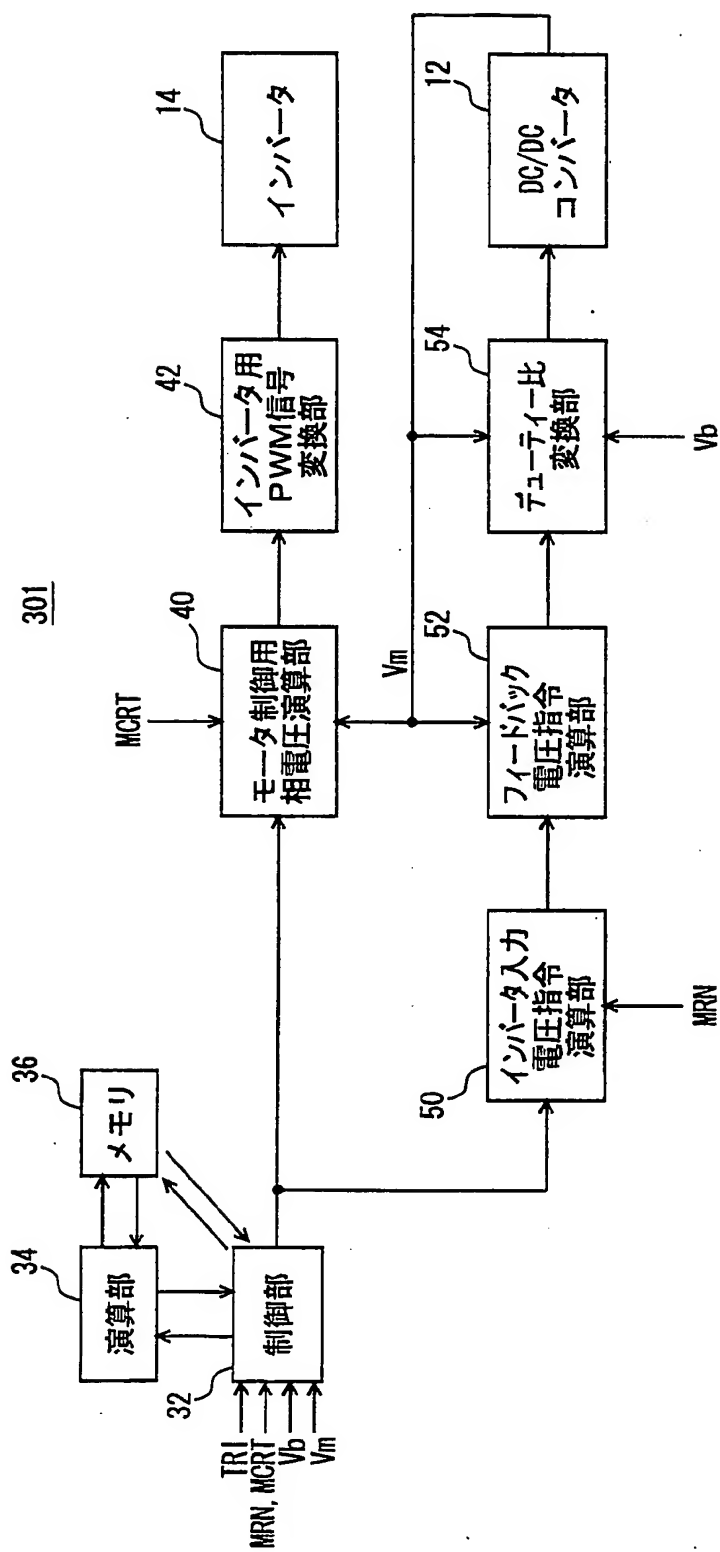


FIG. 4

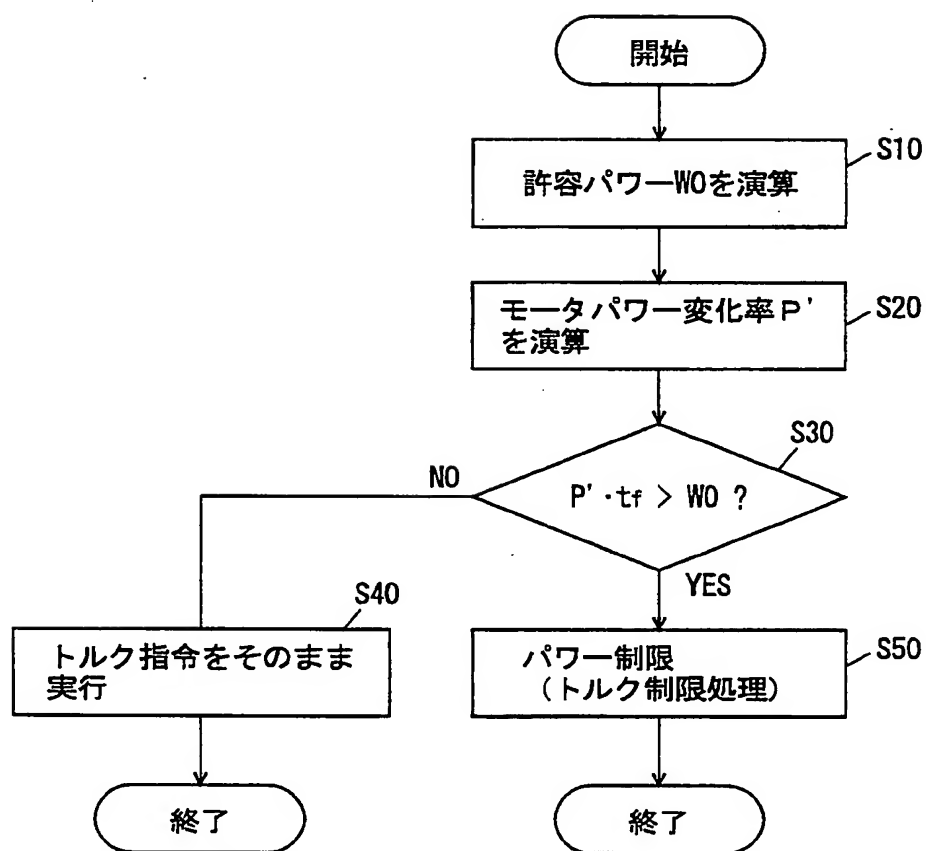


FIG. 5A

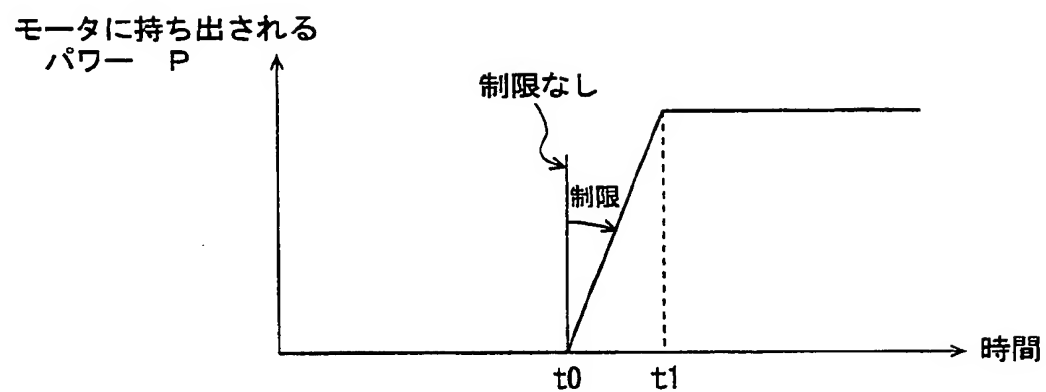


FIG. 5B

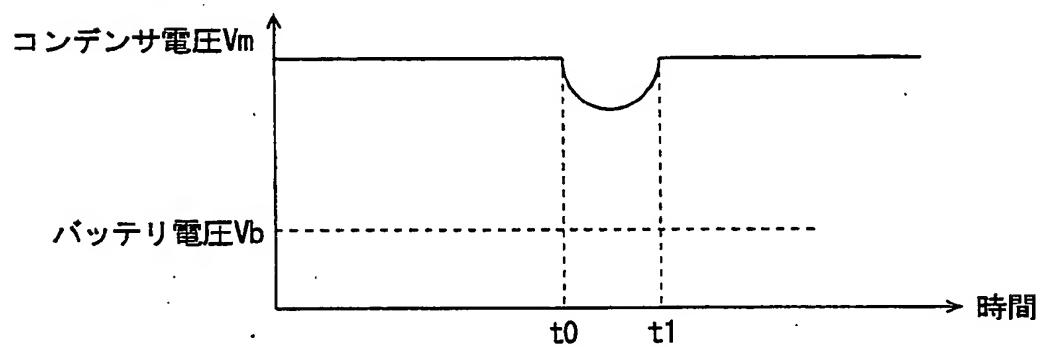


FIG. 5C

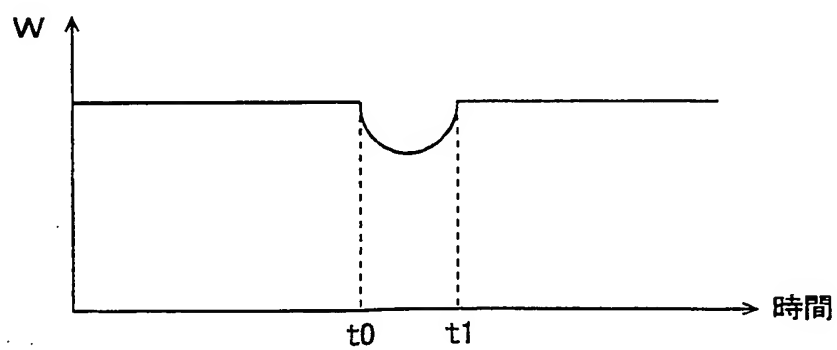


FIG. 6

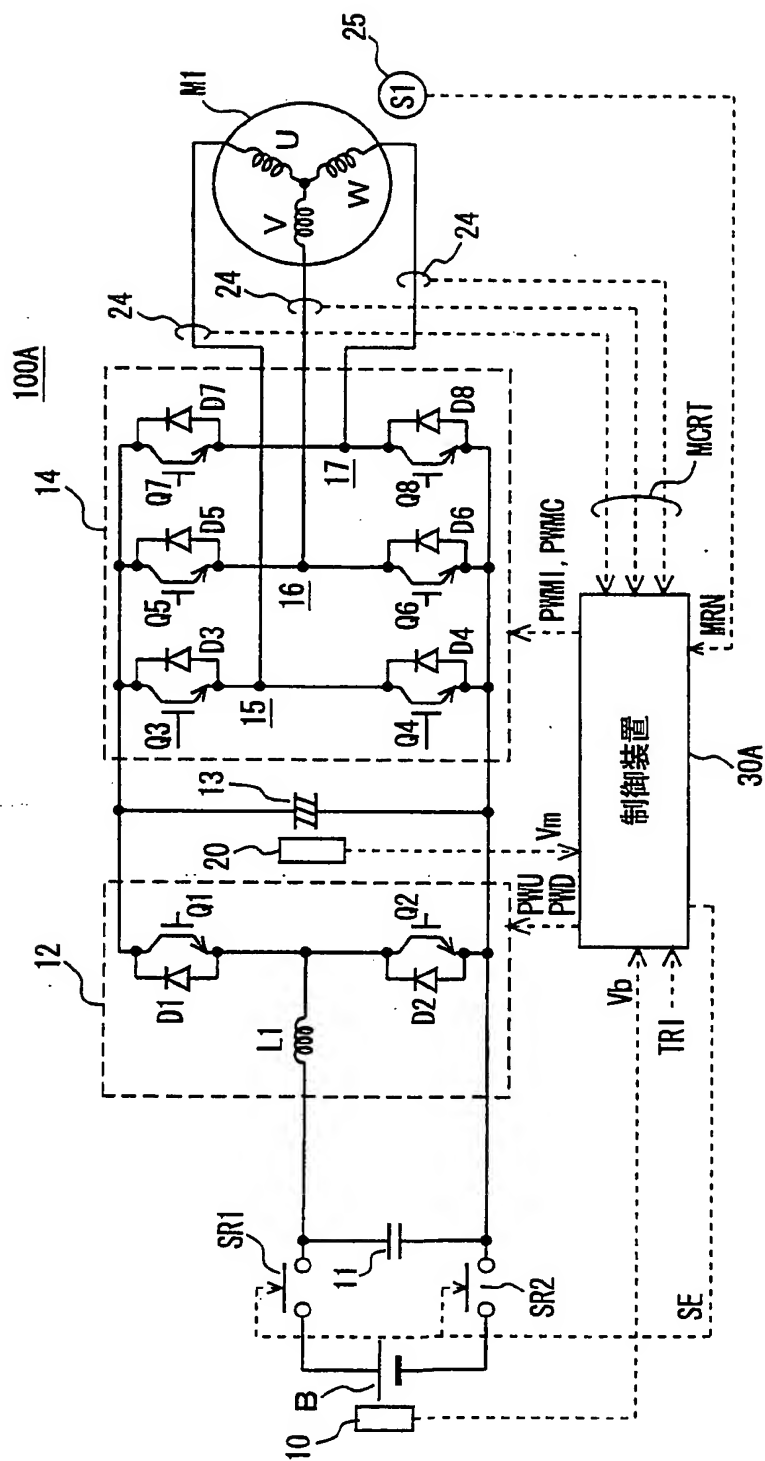


FIG. 7

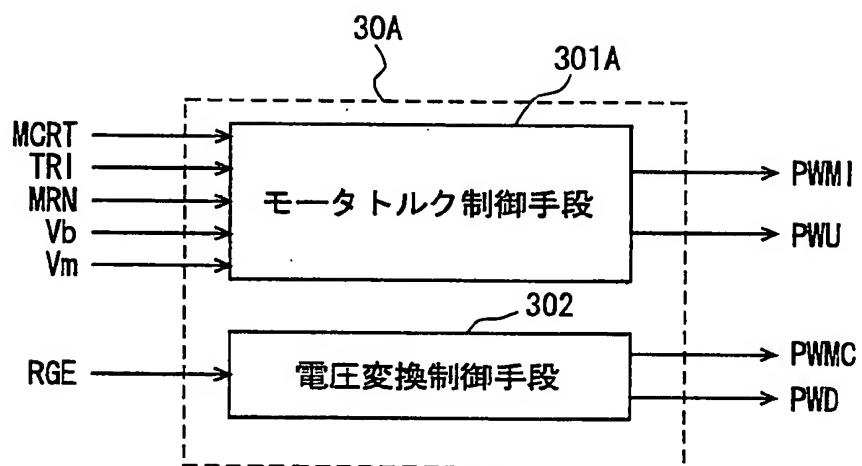


FIG. 8

301A

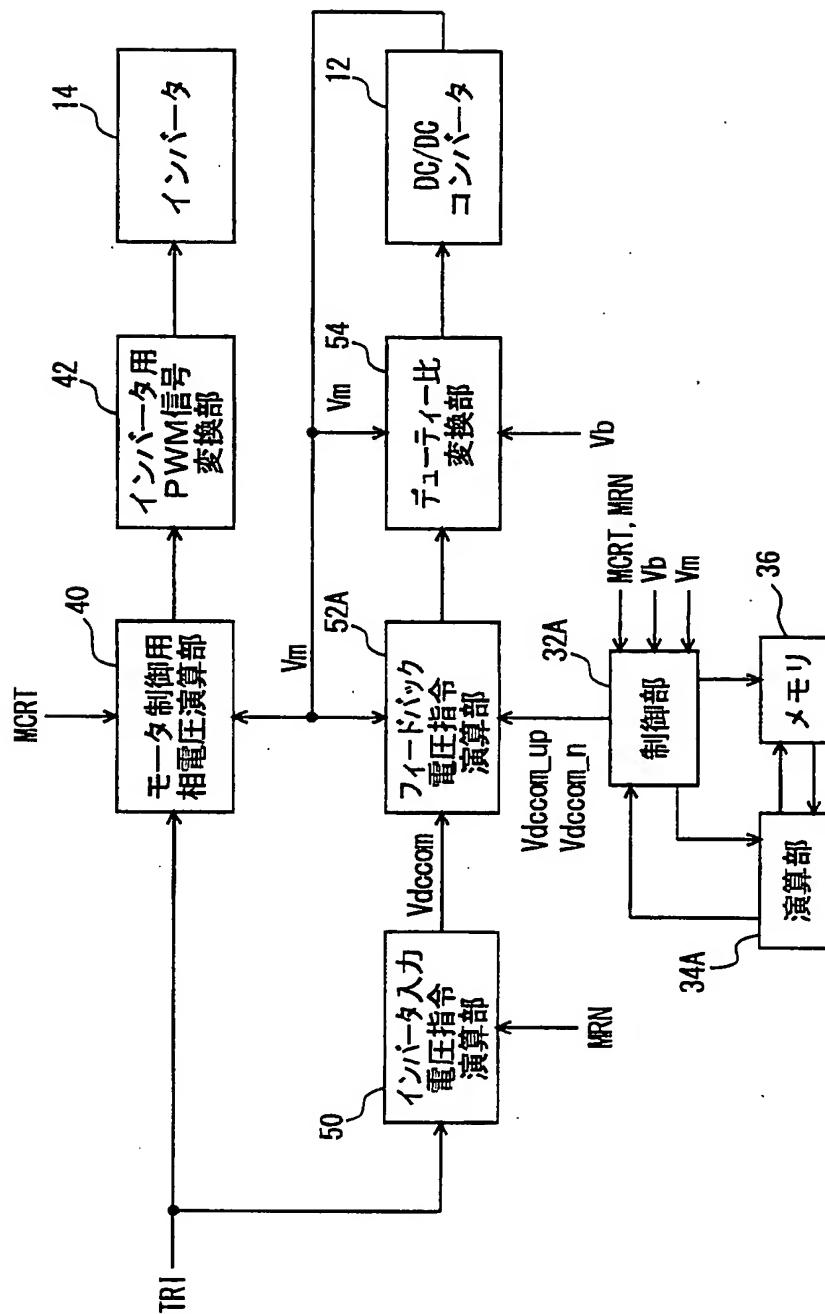


FIG. 9

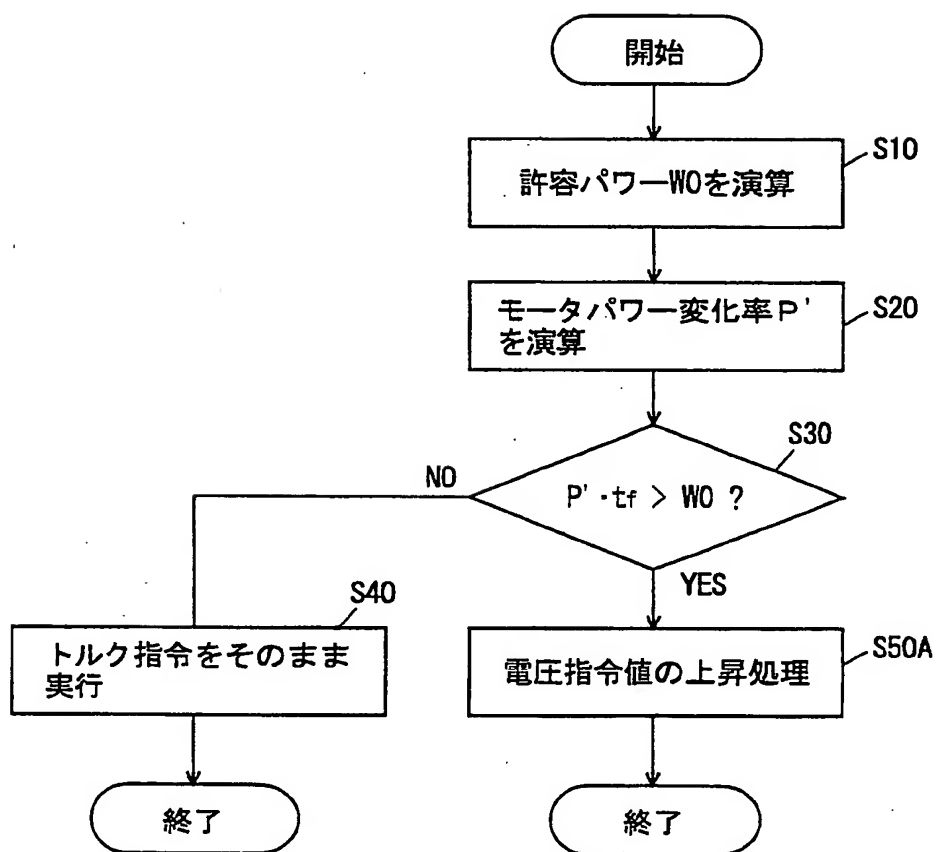


FIG. 10

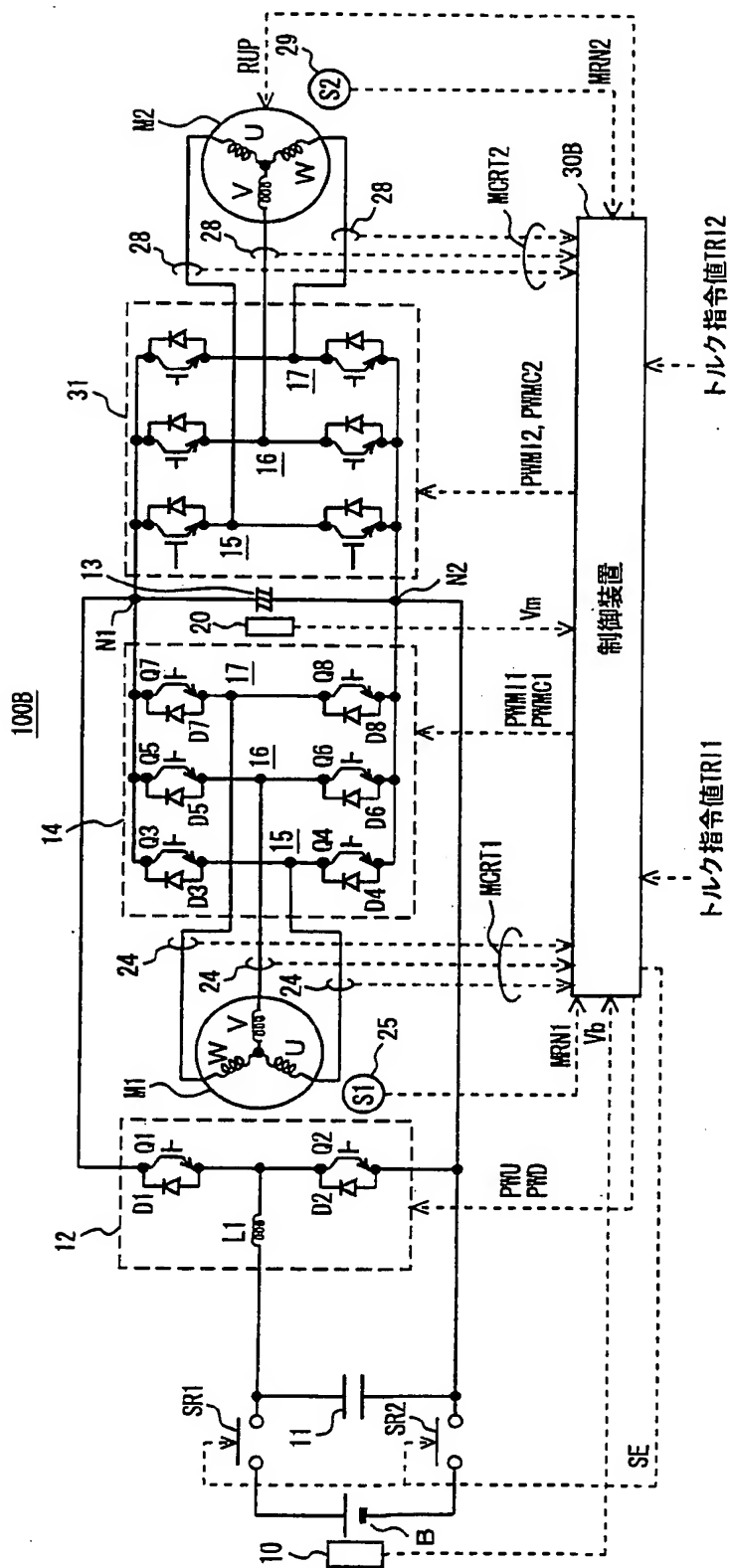


FIG. 11

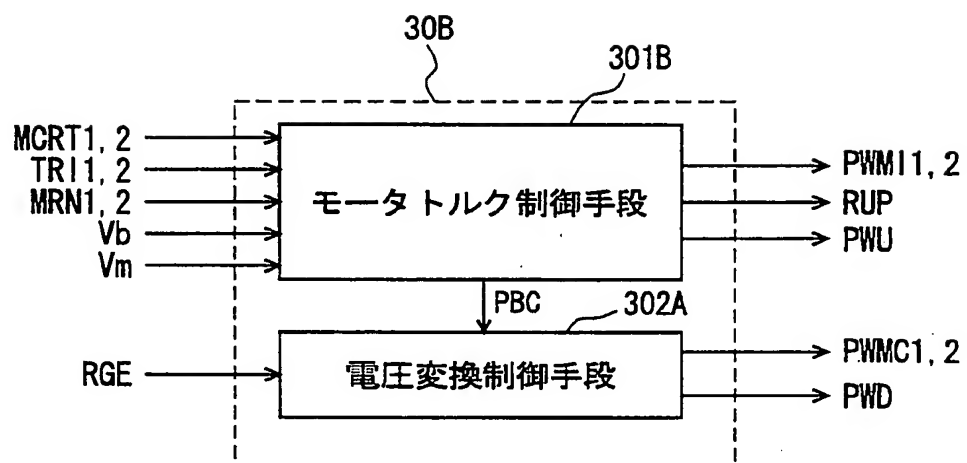


FIG. 12

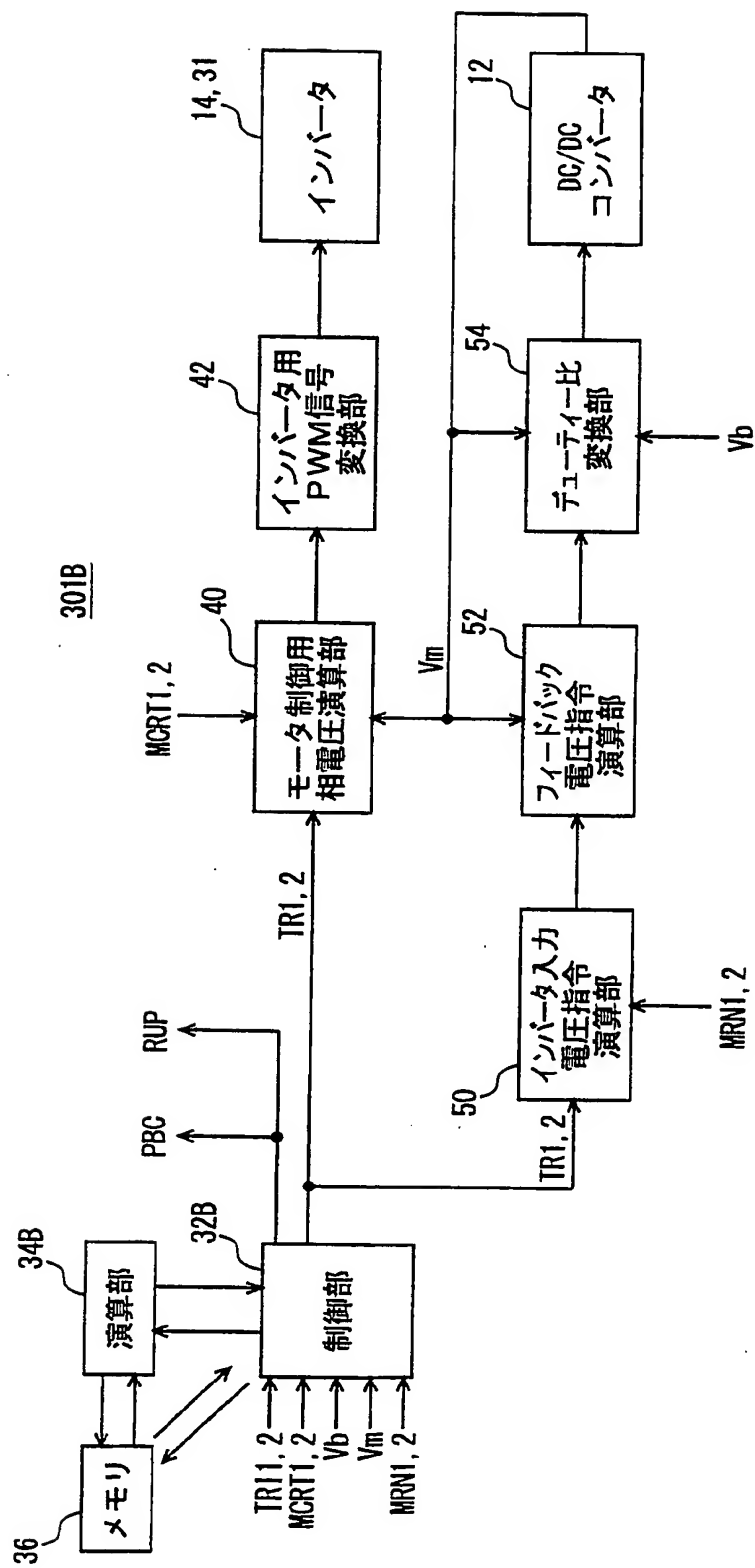


FIG. 13

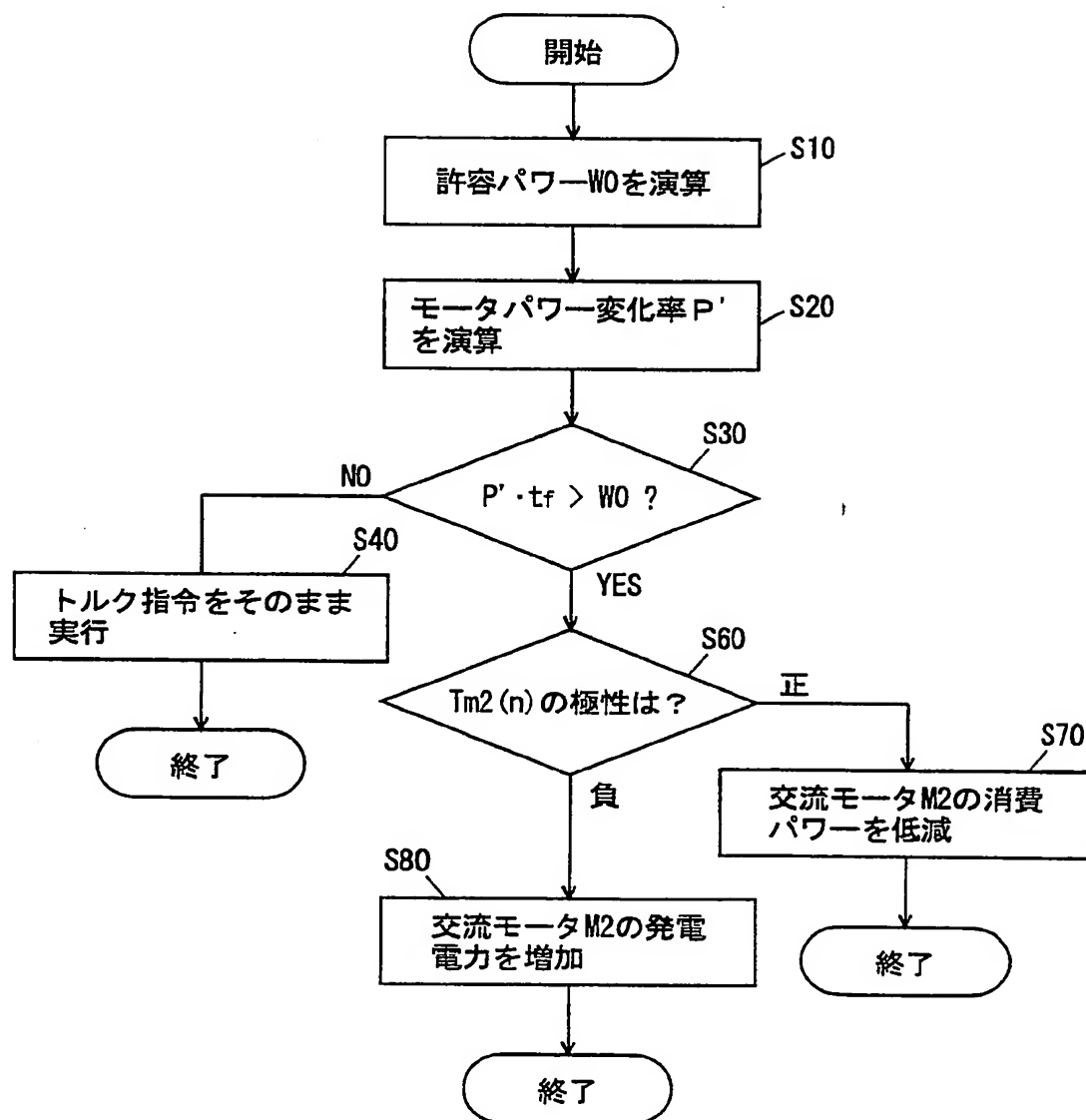


FIG. 14

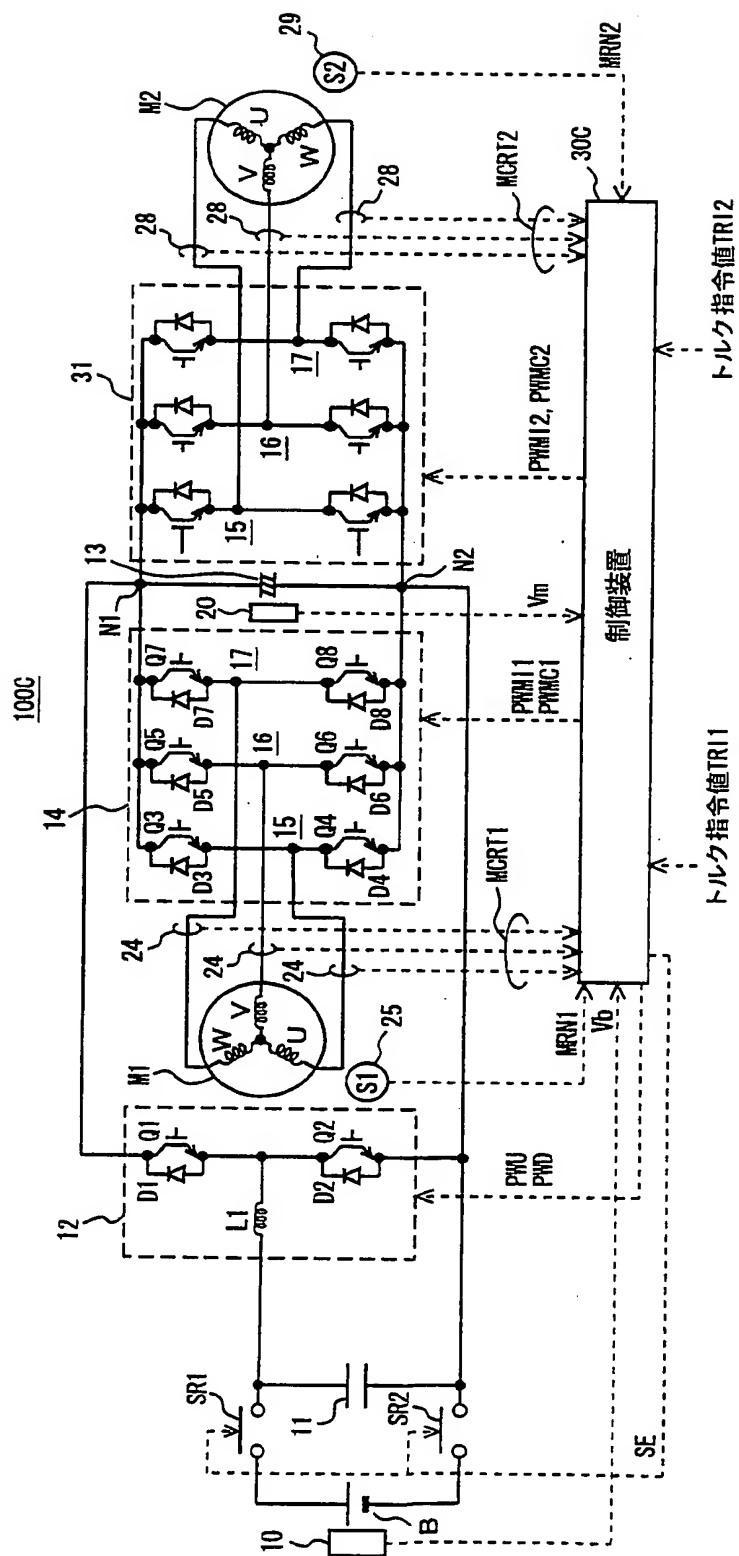


FIG. 15

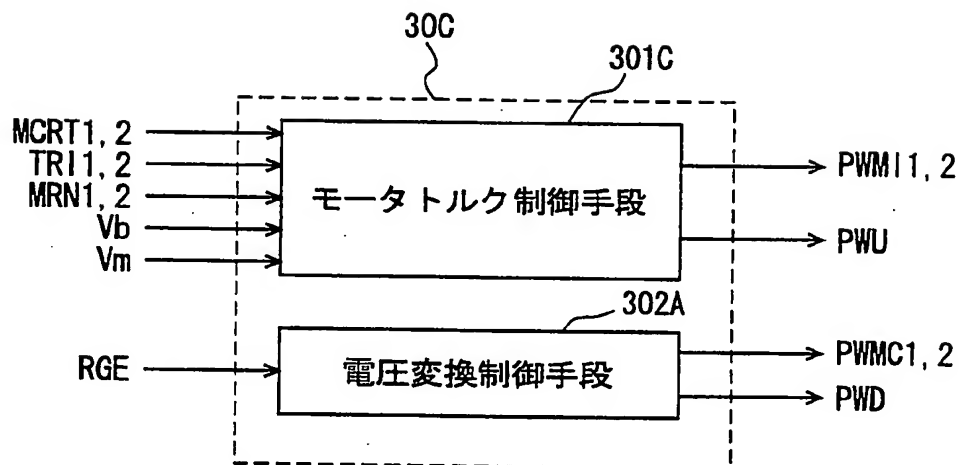


FIG. 16

301C

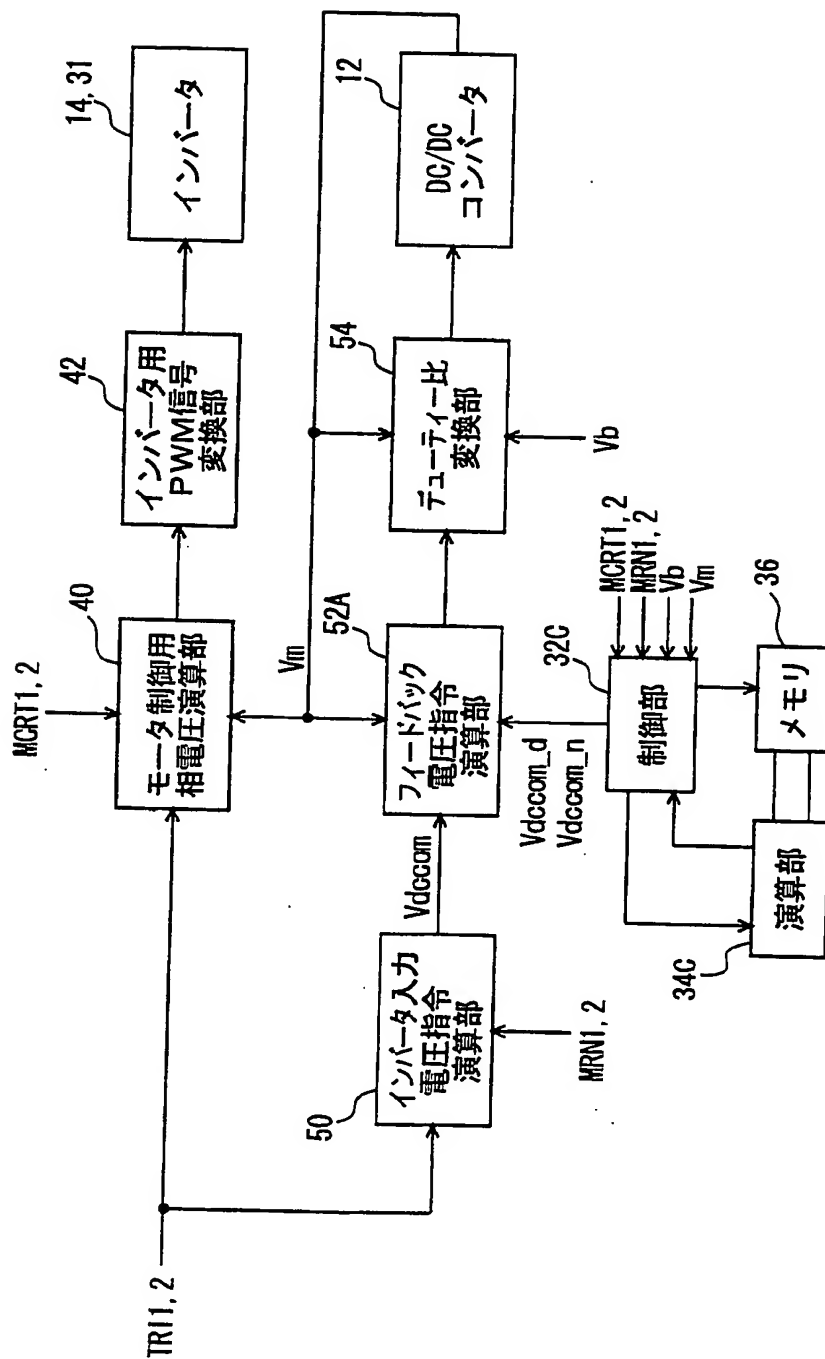


FIG. 17

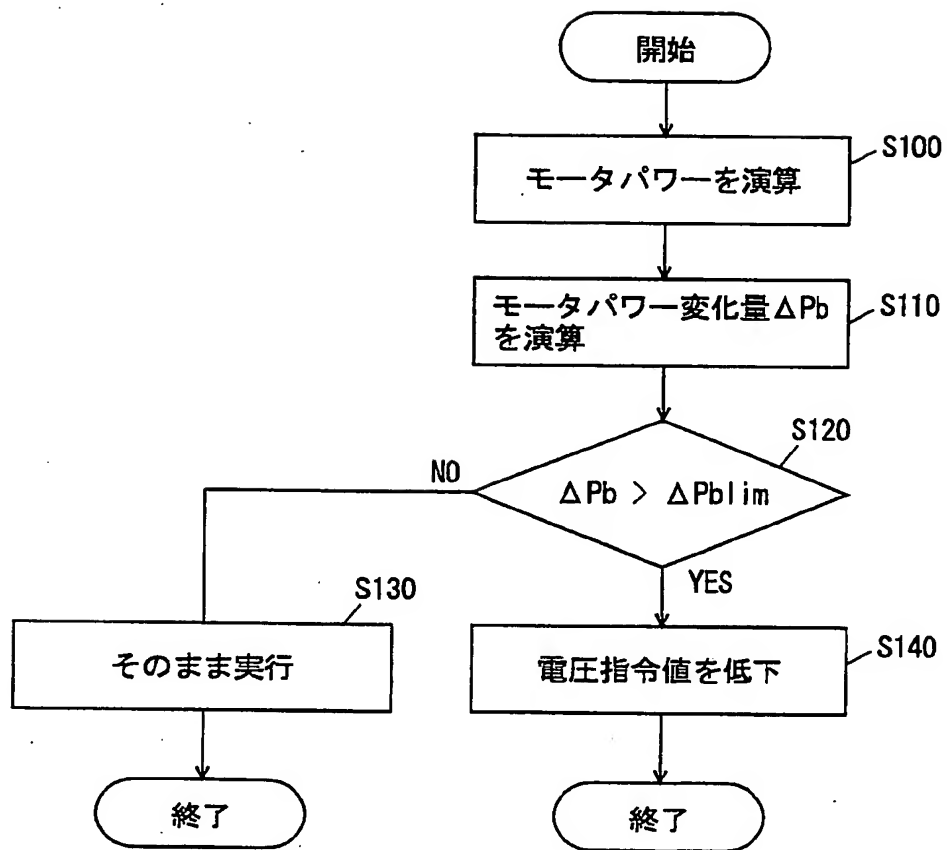


FIG. 18

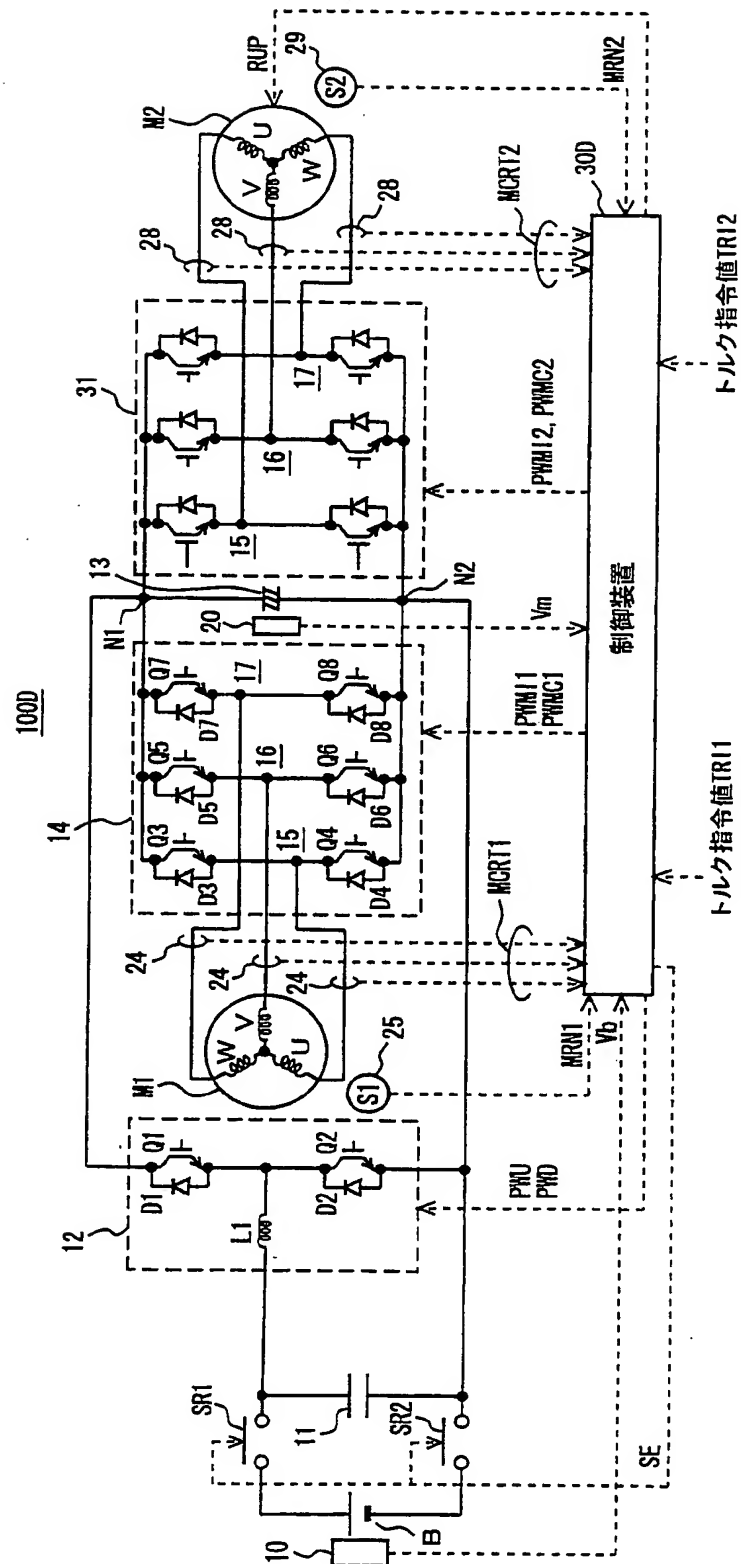


FIG. 19

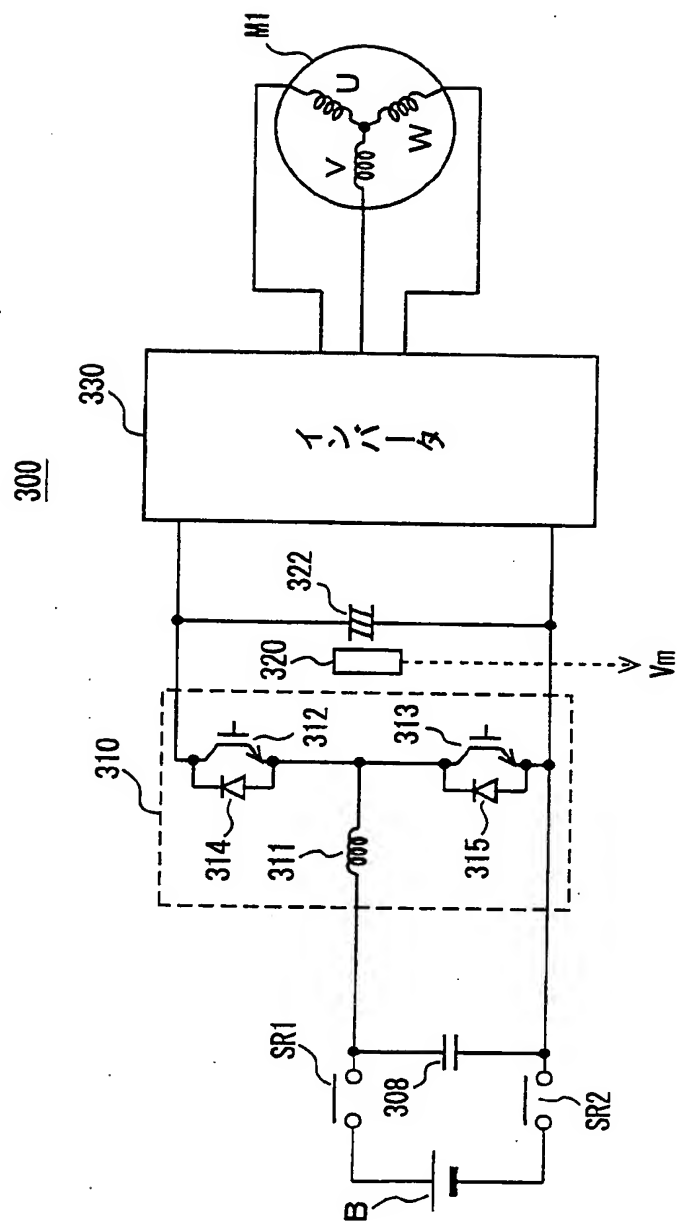


FIG. 20

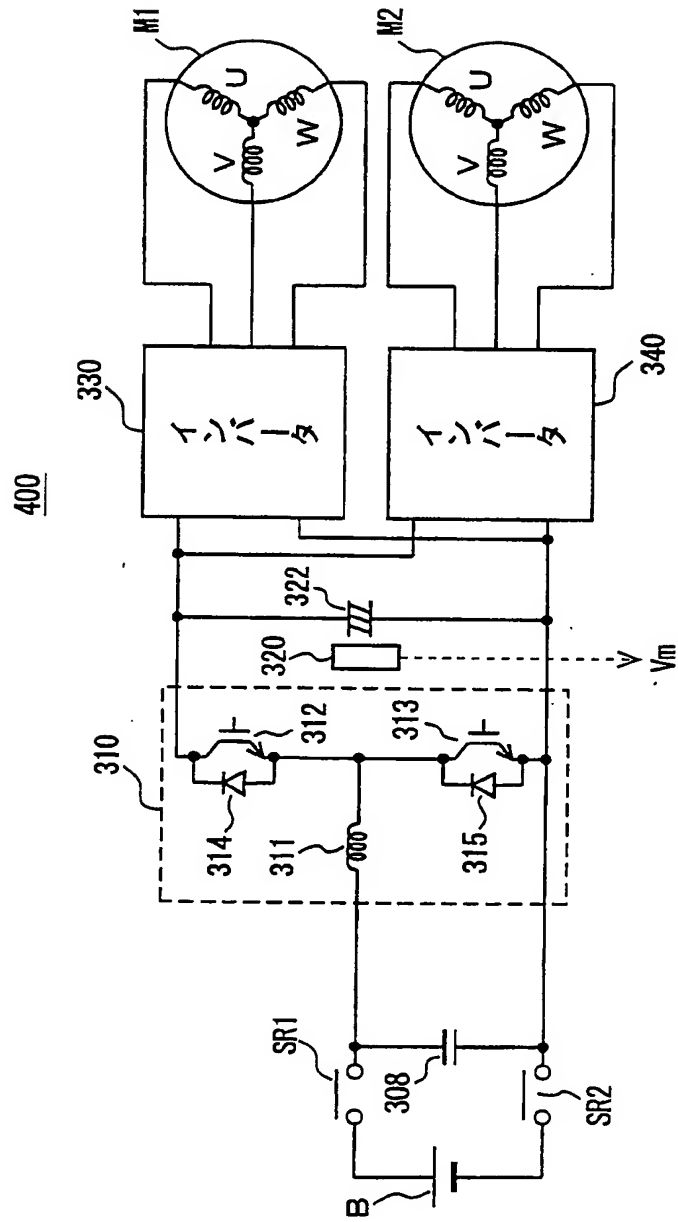


FIG. 21A

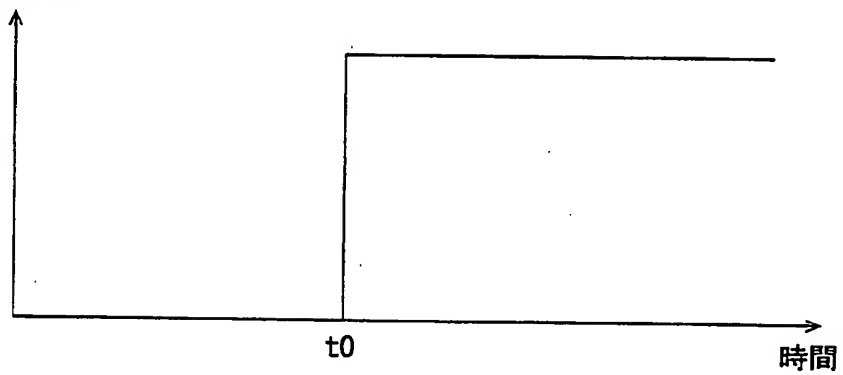
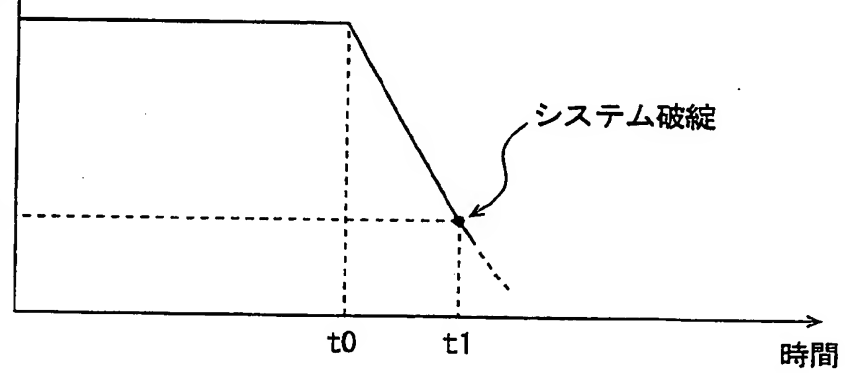
モータに持ち出される
パワー P 

FIG. 21B

コンデンサ電圧
 V_m バッテリー電圧
 V_b 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/10341

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H02P5/41

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H02P5/408-5/412, H02P7/628-7/632, H02P21/00, H02P6/00-6/24,
B60L1/00-3/12, B60L7/00-13/00, B60L15/00-15/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI (DIALOG)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-214592 A (The Kansai Electric Power Co., Inc., Toshiba Corp.), 20 August, 1996 (20.08.96), (Family: none)	1-35
A	JP 11-089284 A (Yaskawa Electric Corp.), 30 March, 1999 (30.03.99), (Family: none)	1-35
A	JP 10-066385 A (Hitachi, Ltd.), 06 March, 1998 (06.03.98), (Family: none)	1-35
A	JP 8-033394 A (Mitsubishi Electric Corp.), 02 February, 1996 (02.02.96), (Family: none)	1-35

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
05 December, 2002 (05.12.02)

Date of mailing of the international search report
24 December, 2002 (24.12.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02P 5/41

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02P 5/408 - 5/412 Int. Cl⁷ H02P 6/00 - 6/24 Int. Cl⁷ B60L 15/00 - 15/42Int. Cl⁷ H02P 7/628 - 7/632 Int. Cl⁷ B60L 1/00 - 3/12Int. Cl⁷ H02P 21/00 Int. Cl⁷ B60L 7/00 - 13/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2002年

日本国実用新案登録公報 1996-2002年

日本国登録実用新案公報 1994-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI (DIALOG)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 8-214592 A (関西電力株式会社、株式会社東芝) 1996. 08. 20 (ファミリーなし)	1-35
A	JP 11-089284 A (株式会社安川電機) 1999. 0 3. 30 (ファミリーなし)	1-35
A	JP 10-066385 A (株式会社日立製作所) 1998. 03. 06 (ファミリーなし)	1-35

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05. 12. 02

国際調査報告の発送日

24.12.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

片岡弘之

3V

9521

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 8-033394 A (三菱電機株式会社) 1996. 02. 02 (ファミリーなし)	1-35